

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения  
Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети  
Кафедра вычислительной техники

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
Модернизация испытательного стенда электроприводов.

УДК 62-83-523-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8302	Ясинский Виктор Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мальчуков А.Н.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		12.05.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	К.Т.Н.		27.05.2016

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Н.Г.	Д.Т.Н., профессор		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения  
 Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети  
 Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ВТ

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) Н.Г.Марков  
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта/работы
---------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3 - 8302	Ясинскому Виктору Андреевичу

Тема работы:

Модернизация испытательного стенда электроприводов.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.02.2016г. №1065/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2016г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Объект исследования – стенд испытательный</i></li> <li>• <i>Требования заказчика.</i></li> <li>• <i>Список литературы</i></li> </ul>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Выбор датчика крутящего момента</i></li> <li>2. <i>Выбор преобразователя интерфейса</i></li> <li>3. <i>Разработка программного обеспечения</i></li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	<i>Структурная схема, схема принципиальная, алгоритм работы программы</i>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский В.Ю.
Социальная ответственность	Извеков В.Н.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.11.2015
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мальчуков А.Н.	к.т.н.		04.11.2015

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З - 8302	Ясинский В. А.		04.11.2015

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования

Кафедра Вычислительной техники

Период выполнения \_\_\_\_\_ осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Дипломный проект/работа
-------------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.11.2015	Описание модернизируемого стенда	10
15.03.2016	Разработка проекта модернизации стенда	30
05.05.2016	Разработка программного обеспечения	40
24.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение.	10
01.06.2016	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ВТ	Мальчуков Андрей Николаевич	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Вычислительной техники	Марков Николай Григорьевич	д.т.н., профессор		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 73 с., 27 рис., 16 табл., 18 источников, 3 прил.

Ключевые слова: электропривод, преобразователь, стенд испытательный, датчик момента.

Целью данной работы является модернизация испытательного стенда электроприводов используемого для контроля соответствия параметрам выпускаемой продукции компании АО «ТОМЗЭЛ».

В данной работе приведены схема структурная, схема функциональная стенда и алгоритм программы.

Экономическая эффективность: для реализации проекта необходимо 1445709,804 руб. Внедрение нового оборудования позволит значительно улучшить контроль качества выпускаемой продукции, позволит сократить время проведения испытаний, получать и накапливать отчеты о проведении испытаний.

## **ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**ТУ** – техническое условие.

**ЭПЦ** – электропривод циклический.

**ПМ** – программа и методика.

**БУР** – блок управления регулируемый.

**ПК** – персональный компьютер.

**ДМ** – датчик крутящего момента.

**ПСИ** – приемо-сдаточные испытания

**БП** – блок питания

**ПИ** – преобразователь интерфейса

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1    Описание модернизируемого стенда... ..	10
2    Разработка проекта модернизации стенда.....	14
2.1  Структурная схема модернизированного стенда .....	14
2.2  Выбор датчика крутящего момента .....	15
2.3  Выбор преобразователя интерфейса .....	20
2.4  Принципиальная схема модернизированного стенда .....	28
3    Разработка программного обеспечения .....	29
3.1  Описание классов программы .....	30
3.2  Интерфейс пользователя .....	34
4    Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение.	38
5    Социальная ответственность .....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ А.Схема электрическая принципиальная .....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Алгоритм работы программы .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Исходные коды программы .....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. CD-Диск	

## ВВЕДЕНИЕ

На Томском заводе электроприводов АО «ТОМЗЭЛ» выпускают электроприводы модификации «ЭПЦ 100 - 10000», предназначенные для управления рабочими органами запорной арматуры магистральных нефтепродуктопроводов, эксплуатирующихся в наружных установках и помещениях. В зависимости от модификации электропривода они могут развивать крутящие моменты на выходном звене от 25 до 10000 Н/м. На последней стадии производства для проверки соответствия качества изделий требованиям технических условий ТУ3791-012-00139181-2003 проводят приемо-сдаточные испытания на стенде нагрузочном 1021.25.100.00.00.000 или 1021.25.117.00.00.000 согласно программе и методике приемо-сдаточных испытаний ПМ1 3791-012-00139181-2003.

При работе на стенде испытательном возникают следующие проблемы:

- на измерительном устройстве отсутствует возможность фиксирования измеренной величины, что приводит к необходимости неоднократно проводить эксперимент.
- датчик измерительного устройства работает только в одном из направлений движения электропривода и для измерений в обоих направлениях движения требуется перестановка датчика.
- показания полученные измерительным устройством рукописным способом заносятся в журнал проведения испытаний и в этом виде хранятся в архиве.

Целью данной выпускной квалификационной работы является модернизация используемого на производстве испытательного стенда электроприводов. Для этого необходимо выполнить ряд задач:

1. Разработка структурной схемы модернизированного стенда.



2. Выбор цифрового датчика крутящего момента способного измерять как статический так и динамический крутящий момент.
3. Выбор преобразователя интерфейса для подключения датчика к ПК.
4. Разработка электрической принципиальной схемы модернизированного стенда.
5. Создание программы выполняющей следующие функции:
  - вывод на экран измеренной величины в режиме реального времени
  - составление графика работы датчика
  - сохранение показаний измерений в файл.

## 1. ОПИСАНИЕ МОДЕРНИЗИРУЕМОГО СТЕНДА

Испытательный стенд (рис.1) состоит из следующих элементов:

- нагрузочное устройство, с помощью которого оператор создает нагрузку на выходном звене электропривода
- упор, необходимый для передачи усилия с нагрузочного устройства на датчик измерительного устройства
- установочная платформа на которой закрепляется электропривод
- измерительное устройство, отображающая на дисплее крутящий момент.



Рис.1. Стенд испытательный электроприводов.

На рис.2 приведена структурная схема стенда испытательного электроприводов.

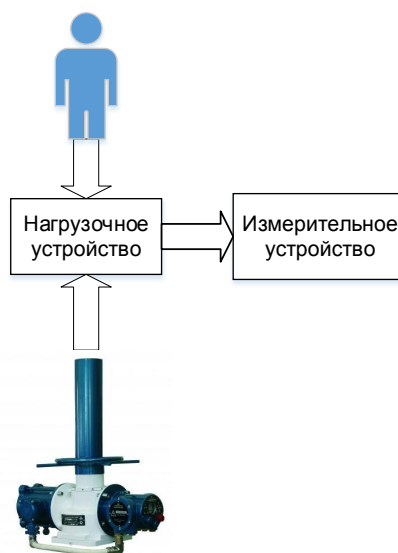


Рис.2. Структурная схема модернизируемого стенда

Оператор устанавливает электропривод на установочную площадку нагрузочного устройства, закрепляет электропривод с помощью шпилек и гаек, далее производит подключение и проверку цепей питания электропривода согласно инструкции по эксплуатации электропривода. Проверку ограничения крутящего момента на выходном звене изделия оператор проводит в следующей последовательности:

- а) задать в БУР величину ограничения крутящего момента равной значению нижней границы диапазона для обоих направлений вращения выходного звена;
- б) включить изделие и нагружающим устройством стенда плавно увеличивать нагрузку на выходном звене изделия до момента остановки вращения выходного звена и отключения изделия по сигналу «Отключение по превышению заданного крутящего момента (муфта)»
- в) таким же образом провести проверку изделия для противоположного направления вращения выходного звена, предварительно сняв нагрузку с выходного звена изделия. Повторить в той же последовательности проверку изделия для значений момента в  $1/3$ ,  $1/2$ ,  $2/3$  и в верхней границе диапазона ограничения момента.

Г) записать в журнал испытаний показания измерительного устройства

Недостатками стенда испытательного являются:

- конструкция датчика (Рис.3.А) не позволяющая производить измерения в обоих направлениях вращения выходного звена электропривода. Оператору приходится несколько раз переставлять датчик по направлению движения упора нагрузочного устройства (Рис.3.Б) при испытании одного электропривода, что приводит к повреждению кабеля датчика и увеличению времени проведения испытания.



Рис.3.А - Датчик, Б - упор нагрузочного устройства

- быстро меняющиеся показания на цифровом индикаторе (Рис.4) не позволяют оператору точно определить нагрузку при которой происходит автоматическое отключение электропривода. Также не возможно определить момент движения электропривода на упор.



Рис.4. Индикатор цифровой

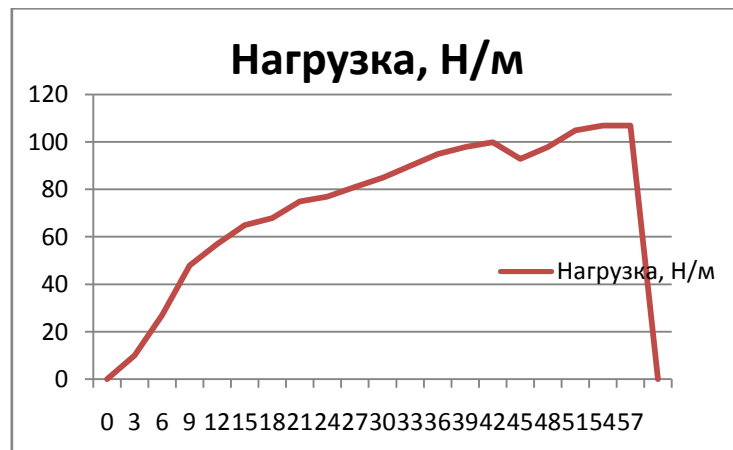


Рис.5. График крутящего момента

Режим работы электропривода отображенный на графике (Рис.5) показывает плавное увеличение нагрузки на выходном звене электропривода модификации ЭПЦ-100 с максимальным крутящим моментом 100Н/м . Электропривод по достижению максимального значения крутящего момента переходит в режим уплотнения при котором продолжается движение выходного звена в течении 2 – 3 секунд. В данном режиме происходит увеличение значения крутящего момента которое не соответствует максимальному. В связи с этим оператор может перепутать эти значения и настроить электропривод на меньшую мощность.

Модернизация испытательного стенда электроприводов исключит погрешности измерений возникающих из-за использования в нагружающем устройстве упора, передающего усилие с выходного звена электропривода на измерительный датчик. Датчик будет установлен непосредственно между выходным звеном электропривода и тормозным диском нагружающего устройства стенда. Датчика крутящего момента проводит измерения в обоих направлениях вращения выходного звена и не требует перестановки по направлению движения тормозного диска, что упрощает работу оператора, а также обеспечит целостность сигнального кабеля от механических повреждений.

## 2. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СТЕНДА

### 2.1 Структурная схема модернизированного стенда

На рис.6 приведена структурная схема модернизированного стенда испытательного электроприводов. Стенд состоит из нагрузочного устройства и измерительного устройства, подключенного к ПК по шине USB.

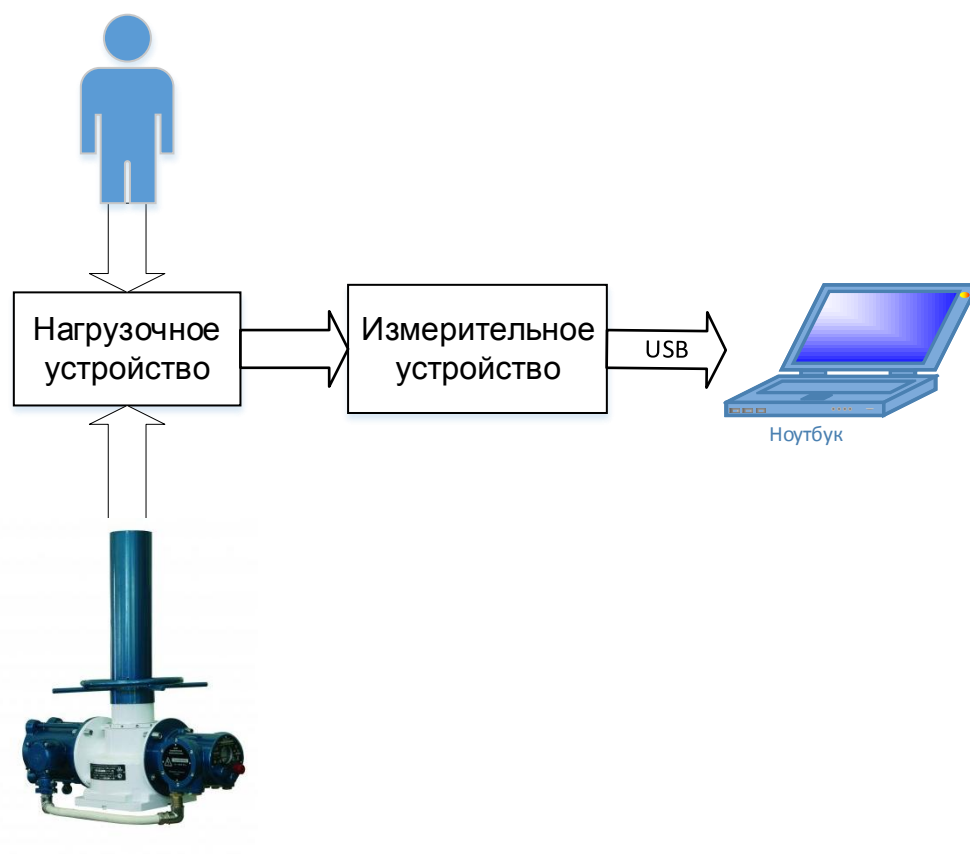


Рис.6. Структурная схема модернизированного стенда.

В данной схеме нагрузочное устройство осталось без изменений. Измерительное устройство заменим на современное с возможностью подключения к ПК по USB интерфейсу, что позволит оператору получать и сохранять данные об измерениях на персональном компьютере.

## **2.2 Выбор датчика крутящего момента**

Задача измерения усилий, передаваемых вращающимся валом, существовала еще до изобретения паровой машины. Тем не менее она не потеряла своей актуальности. Это объясняется широким развитием и разнообразием типов двигателей и силовых установок, специфические условия работы которых требуют применения разнообразных измерительных средств. Одно из основных применений устройств для измерения крутящего момента вызвано необходимостью измерения мощности, передаваемой вращающимся валом. Повышение точности измерения эффективной мощности на валу позволяет более точно определять к.п.д. установок, улучшает качество эксперимента и тем самым позволяет выявлять влияние малозаметных факторов на экономичность силовых установок. Задача измерения крутящего момента часто возникает при проведении прочностных испытаний.

Критериями выбора датчика крутящего момента являются:

- диапазон измерений от 1 Н/м до 10000 Н/м
- возможность измерения крутящего момента положительной и отрицательной полярности
- наличие в комплекте декодера цифрового
- возможность приобретения без дополнительного оборудования и программного обеспечения
- конструкция, обеспечивающая фланцевое крепление датчика

### **Датчик крутящего момента М40**

#### **Описание:**

М40 - датчик крутящего момента (рис.7) предприятия ООО «ТИЛКОМ», предназначен для измерения крутящего момента в широком диапазоне номинальных значений от 0,1Нм до 300кНм и допускают

использование при частотах вращения до 20000 об/мин[15]. Класс точности датчика 0,2. Напряжение питания от 12 до 30В. Потребляемая мощность 5Вт. Конструктивно датчики выполнены в виде двух отдельных составных частей: ротора и статора, между которыми отсутствуют щеточные контакты и подшипники. Ротор имеет в своем составе упругий тензоэлемент, мало чувствительный к воздействию изгибающего момента, поперечных и осевых сил. Расположенный на роторе микропроцессорный электронный модуль преобразует сигналы тензорезисторов в цифровой код, который передается с ротора на статор по бесконтактному телеметрическому каналу связи. Цифровой кодированный сигнал имеет высокую помехозащищенность, обеспечивает высокую точность измерений, может быть передан на значительные расстояния без искажений и потерь информации. Статор имеет составную конструкцию, что обеспечивает легкость и простоту монтажа датчика на объекте испытаний. Датчик М40 имеет цифровой (USB2.0, RS232/485 (протокол Modbus), аналоговый (5В, 10В, 4...20мА), частотный (105кГц) выходы.

Выходы могут подключаться к ПК позволяя проводить мониторинг процесса измерений и сохранять полученные данные. Датчик М40 так же имеет оптоэлектронный датчик частоты вращения. Ввиду отсутствия подшипников и щеточных контактов датчики М40 не требуют технического обслуживания. Датчики М40 позволяет измерять как статический, так и динамический, быстроизменяющийся крутящий момент положительной и отрицательной полярности.





## Датчик крутящего момента M425

### Описание:

Последняя разработка Datum Electronics - бесконтактные датчики крутящего момента на вращающемся валу серии M425 (Рис.8) спроектированы для установки на механизмы и аппаратуру для измерения крутящего момента на вращающемся валу[17]. Датчик предназначен для измерения крутящего момента в диапазоне номинальных значений от 0Нм до 20кНм. Класс точности датчика 0,1. Напряжение питания от 10 до 24В. Датчик крутящего момента устанавливается на одной линии с ходовой частью или испытательным стендом при помощи типового шлицевого вала. Бесконтактная система передачи обеспечивает цифровой выход на USB, прямо пропорциональный крутящему моменту. В данном случае полный комплект датчика включает в себя подшипники для удержания статора на вращающемся валу. Эта технология совместима с большинством стандартных типов испытательной аппаратуры. Датчик крутящего момента M425 использует вал с тензометром для точного и надежного измерения крутящего момента и электронными устройствами, которые вращаются вместе с валом. Цифровые сигналы передаются на невращающуюся часть системы или на статор, таким образом, обеспечивая надежность и точность измерения крутящего момента.



Рис.8. Датчик M425

## Датчик крутящего момента TF

### Описание:

Датчик крутящего момента от компании “MAGTROL” Швейцария (Рис.9), это компактное без подшипниковое и необслуживаемое исполнение нового датчика крутящего момента фланцевого типа серии TF который дает много существенных преимуществ при измерении крутящего момента[16]. Датчик предназначен для измерения крутящего момента в диапазоне номинальных значений от 50Нм до 150кНм. Напряжение питания  $24В \pm 10\%$ . Основание датчика крепится непосредственно на вал или фланец без использования муфты с одной стороны. Это позволяет легко интегрировать его в систему, уменьшить длину испытательного стенда и снизить затраты. Датчик крутящего момента серии TF измеряет как статический, так и динамический момент на стационарном или вращающемся валах. В основном они используются в испытательных стендах двигателей внутреннего сгорания, электромоторов и коробок передач; а также могут быть установлены непосредственно в цепь для мониторинга крутящего момента трансмиссий, силовых приводов, газовых турбин, судовых двигателей и т.д.



Рис.9. Датчик TF

## Датчик крутящего момента ТВ2

### Описание:

Датчик от немецкой фирмы Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM) (Рис.10) это датчик крутящего момента фланцевого типа который дает много существенных преимуществ при измерении крутящего момента[18]. Датчик предназначен для измерения крутящего момента в диапазоне номинальных значений от 100Нм до 10кНм. Класс точности датчика 0,03. Напряжение питания от 2,5 до 12В. Основание датчика крепится непосредственно на вал или фланец без использования муфты. Датчик крутящего момента позволяет измерять как статический, так и динамический, быстроизменяющийся крутящий момент положительной и отрицательной полярности.



Рис.10. Датчик ТВ2

Сравнительные характеристики представленных датчиков крутящего момента согласно выбранных критерий сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 сравнительные характеристики датчиков

	Тилком - M40	Datum - M425	Magtrol - TF	HBM - TB2
Номинальный диапазон крутящего момента, Нм	1...300 000	0...60 000	50...150 000	100...10 000
Измерения положительной и отрицательной полярности	Есть	-	Нет	-
Наличие цифрового декодера	Есть	Доп. Опция	Есть	Доп. Опция
Поставка без дополнительного оборудования и программы	Есть	Есть	Нет	Есть
Фланцевое крепление датчика	Есть	Нет	Есть	Есть

В таблицу 2.1 были занесены характеристики согласно выбранных критериев рассмотренных датчиков крутящего момента. Выбор был сделан в

пользу датчика М40 предприятия ООО «Тилком», т.к. он соответствует всем выбранным критериям и комплектуется цифровым декодером Т36 преобразующий сигнал с датчика в цифровой код по протоколу Modbus.

## **2.3 Выбор преобразователя интерфейса**

Одной из самых актуальных проблем в области систем связи на сегодняшний день является проблема совместимости различных видов устройств. Так как существует большое количество устройств различающихся по назначению, имеющих разные стандарты, разных производителей и аппаратно не совместимые между собой. Выходом из этой ситуации является преобразователи интерфейсов. Они служат для подключения устройств с различными интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485, USB (датчики, регистраторы, контроллеры и др.) к последовательному СОМ-порту компьютера. Они также служат для обеспечения гальванической развязки интерфейсов, для передачи данных в условиях электромагнитных помех и на большие расстояния. Для корректной совместной работы оборудования мало просто соединить порты, необходимо установить связь на программном уровне, что является более сложной задачей. Разные стандарты устройств предусматривают передачу данных по различным технологиям. Унифицировать протоколы и привести передаваемые данные к единому виду с помощью преобразователя интерфейсов невозможно. Задача преобразователя – адаптировать вид данных, передаваемых между частями системы с различными протоколами для того, чтобы они были успешно приняты и расшифрованы элементом, использующим другой протокол. Преобразование пакетов передаваемых данных происходит на программном уровне. Помимо непосредственного изменения структуры передаваемых данных, программная составляющая преобразователя интерфейсов отвечает за определение типов протоколов, используемых в системе, и выбор алгоритма для их согласования.

Преобразователи интерфейса можно использовать и для увеличения расстояния на которое необходимо передать информацию используя их в качестве удлинителей . Так для удлинения передачи сигнала по RS-232 можно использовать преобразователь RS-232 в RS-485, который обеспечит передачу информации в пределах 1,2 км и со стороны приемника выполнить обратное преобразование из RS-485 в RS-232. Но чаще для увеличения дальности передачи информации применяют преобразование в промежуточный канал передачи который имеет более высокую мощность сигнала, что позволяет передать необходимые данные на расстояние до 2000 м по медному кабелю.

Интерфейс RS-485 выполняет передачу данных с помощью симметричного иначе говоря дифференциального сигнала используя две линии связи А и В, а так же используют дополнительную линию для выравнивания потенциалов заземления устройств которые подключены в единую сеть RS - 485. Уровень сигнала логической составляющей на линиях А и В определяется разностью напряжений. Так например логической единице будет соответствовать значение напряжения от +0,2В до +5В, а логическому нулю соответствовать напряжение от -0,2В до -5 В. Напряжение уровнем от -0,2В до + 0,2 В не воспринимается приемником. При использовании RS-485 интерфейса длина линии связи между устройствами приема и передачи может составлять до 1200 м. В таких случаях необходимо ставить согласующие сопротивления номиналом 100Ом, которые позволят компенсировать волновое сопротивление кабеля и уменьшить амплитуду отраженного сигнала в удаленных друг от друга точках сети.

Критериями выбора преобразователя интерфейса являются:

- невысокая стоимость
- возможность питания от порта USB
- корпус выполнен с возможностью крепления на DIN рейку

## Преобразователь интерфейса EL201-1

### Описание:

Преобразователь интерфейса (рис.11) выпускаемый предприятием ЗАО «Лаборатория электроники», которое организовано выпускниками МГТУ им. Н. Э. Баумана[11]. Основное направление деятельности организации - разработка электроники и приборов для промышленности, медицины, авиации.

Цена: 2360р.



Рис.11. Преобразователь интерфейса EL201-1

### Характеристики:

- автоматическое определение направления передачи данных по RS485;
- интерфейс RS485 выведен на клеммную колодку;
- гальваническая развязка между интерфейсами 1 кВ;
- гальванически развязанное напряжение 5В, выведенное на разъём интерфейса RS485;
- выходы порта интерфейсов RS485 имеют защиту от статического электричества и подключения напряжения до 60В;
- питание преобразователя осуществляется от USB;
- при подключении по USB отображается в операционной системе как виртуальный COM порт с любым назначенным номером;
- драйверы под Windows 98, Windows ME, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Mac OS 8, Mac OS 9, Mac OS X, Linux, Windows CE.NET;

## Преобразователь интерфейса EL204-5

### Описание:

Преобразователь интерфейса (рис.12) производства предприятия ЗАО «Лаборатория электроники», организованного выпускниками МГТУ им. Н. Э. Баумана[11]. Основное направление деятельности организации заключается в разработке электроники и приборов для промышленности, медицины, авиации.

Универсальный преобразователь интерфейсов предназначен для передачи данных между USB, RS485 и RS232 во всех направлениях. Это позволяет одновременно работать от USB с устройствами RS232 и RS485 если все они поддерживают адресуемый протокол. Преобразователь может использоваться как переходник USB-RS232, USB-RS485, RS232-RS485, при этом третий интерфейс может использоваться как монитор информационного обмена.

Цена: 4130р.



Рис.12. Преобразователь интерфейса EL204-5

### Характеристики:

- Автоматическое определение направления передачи по интерфейсу RS-485;
- Гальваническая изоляция интерфейса RS485 1кВ;

- Гальванически изолированное напряжение 5В, выведенное на разъём интерфейса RS485;
- Выходы интерфейса RS485 имеют защиту от статического электричества и подключения напряжения до 60В;
- Поддерживаются все сигналы RS232 в соответствии с EIA232E Standard;
- Уровни сигналов интерфейса RS232 соответствует EIA232E Standard;
- При подключении по USB отображается в операционной системе как виртуальный COM порт, с любым назначенным номером;
- Наличие крепления на DIN рейку;
- Рабочий диапазон температур от –40 до +85С°.

### **Преобразователь интерфейса IDF 6500**

#### **Описание:**

Преобразователь интерфейса производства тайваньской компании Delta Electronics RS-485 в USB (рис.13), который не требует внешнего источника питания и автоматически распознается[12]. Обеспечивает обмен со скоростью 75~115200 бит/с автоматически выбирая направление обмена. Преобразователь снабжен разъемом RJ-45 для подключения к устройствам с RS-485, имеет небольшие размеры. Являясь устройством plug-and-play, обеспечивает возможность «горячего» подключения к компьютеру всех изделий, производимых Delta, а также других производителей.

Цена: 5481р.





Рис.13. Преобразователь интерфейса IDF 6500

## **Преобразователь интерфейса Овен AC4**

### **Описание:**

Преобразователь интерфейса производства отечественной компании Овен (рис.14) преобразует сигналы интерфейсов USB и RS-485[13]. Также с его помощью можно подключать к промышленной информационной сети RS-485 персональный компьютер по USB-порту. Питание преобразователя выполняется по тому же порту USB.



Рис.14. Преобразователь интерфейса Овен AC4

Цена: 2950р.

### **Характеристики:**

- Имеется возможность автоматически определить направления передачи данных
- Входа устройства имеют гальваническую изоляцию

- Виртуальный Сом-порта создается при подключении прибора к ПК и позволяет без дополнительной адаптации использовать информационные системы, работающие с аппаратным СОМ-портом
- Питание от шины USB
- Встроенные согласующие резисторы

### **Преобразователь интерфейса ПИ-1**

#### **Описание:**

Преобразователь интерфейсов ПИ- 1 от ООО "СКБ ТЕЛСИ" (рис.15) предназначен для преобразования сигналов интерфейса USB 2.0 в магистральную шину RS-485[14]. ПИ-1 позволяет подключать к магистральной шине RS-485 ПЭВМ. Изделие предназначено для работы в составе оборудования систем «HostCall-MN/NP» и «HostCall-PH». ПИ-1 выполнен в пластмассовом корпусе, предназначенном для монтажа на DIN-рейку. Режим эксплуатации - круглосуточно, в помещении при температуре от +5°C до +45°C и влажности не более 80% при нормальном атмосферном давлении. Срок службы - не менее 5 лет.

Цена: 4447р.



Рис.15. Преобразователь интерфейса ПИ-1

Сравнительные характеристики преобразователей интерфейса согласно выбранным критериям приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 сравнительные характеристики преобразователей.

Технические хар-ки	EL201-1	EL204-5	ПИ-1	Овен AC4	IDF 6500
Напряжение питания, В	5 от USB	9...30 или USB	-	5 от USB	2,5
Крепление корпуса	-	DIN	DIN	DIN	-
Стоимость, руб	2 360,00	4 130,00	4 447,00	2 950,00	5 481,00

Из рассмотренных преобразователей интерфейса был выбран Овен AC4, т.к. он отвечает всем требованиям: имеет сравнительно невысокую стоимость, имеет возможность работать без внешнего источника питания от порта USB, корпус выполнен с возможностью крепления на DIN рейку, а также имеет декларацию о соответствии требованиям технического регламента таможенного союза.

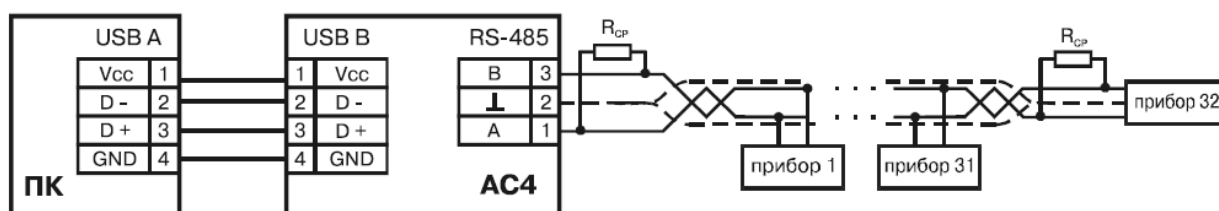


Рис.16. Схема подключения преобразователя AC4

## 2.2 Принципиальная схема модернизированного стенда

Принципиальная схема модернизированного стенда электроприводов представлена в приложении 1.

Электропривод ЭПЦ устанавливают на стенд нагрузочный и подключают к сети питания 380В 50Гц. При подачи напряжения электропривод проходит инициализацию и приходит в готовность.

Электропривод приводится в движение с помощью органов управления на блоке коммутации. Нагружается при помощи тормозного механизма стенда нагрузочного что и создает усилие передаваемое с выходного звена электропривода на датчик крутящего момента.

Питание датчика крутящего момента М40 осуществляется с помощью внешнего источника питания соответствующего напряжению питания датчика подключением к контактам 3 – плюс питания, 4 – общий.

Аналоговый сигнал А – крутящий момент (сигнал Б – частота вращения не используется), снимаемый с 1, 3 контактов датчика момента М40, подключается к цифровому декодеру Т36. После преобразования сигнала в цифровой вид сигнал передается по интерфейсу RS-485 на преобразователь интерфейса Овен АС4. С преобразователя интерфейса по шине USB сигнал передается на ПК.

Программа, установленная на ПК, обрабатывает входные данные и выдает значения крутящего момента в соответствующем окне программы (рис.17), также по полученным данным строит график значения крутящего момента во времени.

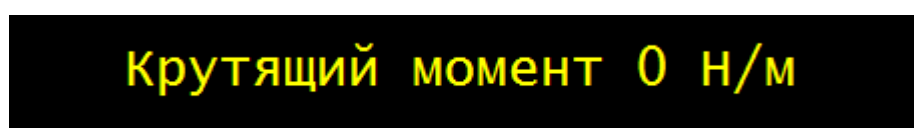


Рис.17. Окно индикации текущего момента.

### **3. Разработка программного обеспечения**

В рамках выпускной квалификационной работы разработана программа с названием «Torque sensors» (с англ. Torque sensors - датчик крутящего момента) для считывания показаний с датчика момента. Она создавалась для узкого круга пользователей и используется в основном операторами отдела технического контроля для проведения испытаний электроприводов на испытательном стенде. Данное приложение имеет интуитивно понятный интерфейс пользователя что позволяет оператору без дополнительного обучения разобратся с функционалом программы и приступить к проведению испытаний выпускаемой продукции.

Программа была разработана с использованием среды разработки MS Visual Studio2012 на языке C#, который имеет мощные и удобные инструменты для написания, корректировки, компиляции, отладки и запуска приложений. Компания Microsoft объединила в платформе средства разработки для четырех языков: C#, VB.NET, C++и J#. Эти языки соответствуют требованию общезыковой спецификации (Common Language Specification (CLS)), в которой описывается комплекс характеристик общих для всех языков, в связи с чем появляется возможность использовать для разработки одного приложения несколько языков программирования и вести полноценную межъязыковую отладку[9]. Все написанные программы в среде с применением одного из языков используют одни и те же базовые классы библиотек .NET.

Программа предназначена для считывания и отображения показаний датчика крутящего момента на графике, сохранения полученных данных в файл.

### 3.1 Описание классов программы

Программа является 32 битным приложением созданным по шаблону Window Form в среде программирования Visual Studio 12. Программа помимо стандартных сборок, присущих приложению, написанному по указанному шаблону, использует сборку ZedGraph. Кроме указанной сборки используется нативная библиотека io.dll для обслуживания подключенного преобразователя (соединения с устройством, разрыва соединения и чтения требуемого параметра). Для использования указанной библиотеки в программе описан частичный (partial) класс NativeMethods, позволяющий обращаться к функциям библиотеки с использованием маршаллинга неуправляемой памяти.

Основными классами программы являются классы:

- fmMain, наследуемый от класса Form – служит для отображения результатов и взаимодействия с пользователем (реакция на нажатия кнопок, выбора пунктов меню);
- Device, имплементирующий интерфейс IDisposable и являющийся запечатанным (sealed) – служит для взаимодействия с подключенным устройством путем взаимодействия с библиотекой io.dll (через методы класса NativeMethods) и формирования значений для отображения и сохранения их в файл;
- Settings – служит для хранения текущих настроек программы;
- SettingsStorage – служит для сохранения и чтения настроек при окончании работы и запуске программы.

#### **Класс fmMain**

Содержит приватные поля:

- device – для хранения экземпляра класса Device;
- graph – для хранения экземпляра класса ZedGraphControl;
- \_setting – для хранения текущих настроек программы, настройки получают путем вызова статического метода Load() класса SettingsStorage.

В конструкторе класса производится настройка отображения окна и инициализация приватных полей, а именно:

- создание экземпляра класса ZedGraphControl, размещение его на окне и настройка внешнего вида, подключение обработчиков событий

- заполнение пункта меню выбора доступных на момент запуска программы COM портов с указанием (отмечается «галочкой») установленного в настройках (если таковой присутствует);
- заполнение пункта меню выбора адреса устройства (от 1 до 10) с указанием установленного в настройках (отмечается «галочкой»);
- установка остальных визуальных элементов (продолжительность эксперимента, указанный в настройках выход устройства);
- создание экземпляра класса Device.

Методы класса:

CreateDevice – инициализирует экземпляр класса Device согласно указанным настройкам (номер COM порта и адрес устройства), выводит лог создания устройства (открытия COM порта).

deviceaddressClick – обработчик выбора адреса устройства, изменяет настройки (поле адреса устройства экземпляра класса Settings) и вызывает метод CreateDevice для инициализации устройства.

comportnameClick – обработчик выбора COM порта, изменяет настройки (поле номера COM порта экземпляра класса Settings) и вызывает метод CreateDevice для инициализации устройства.

graphMenuEvent – обработчик вызова всплывающего меню графика, скрывает (удаляет) из стандартного меню объекта отображения графика некоторые пункты меню.

GraphInvalidate – настраивает отображение графика (названия осей, подписи, шаг и вид сетки) и очищает график от ранее полученных значений.

Logging – выводит лог действий (значение лога передается в метод как аргумент типа string).

tbTime\_Scroll – обработчик изменения времени эксперимента, изменяет текстовый вывод значения и вызывает метод GraphInvalidate для настройки отображения графика.

menuItemExit\_Click – обработчик нажатия кнопки «Выход», закрывает программу.

menuItemOut1\_Click – обработчик выбора выхода устройства, изменяет настройки (поле номера выхода устройства экземпляра класса Settings) и вызывает метод CreateDevice для инициализации устройства.

menuItemCOMPort\_DropDownOpening – обработчик отображения меню выбора COM порта, отображает порт (отмечается «галочкой»), указанный в настройках.

fmMain\_FormClosed – обработчик закрытия программы, вызывает метод Save класса SettingsStorage для сохранения настроек.

btStart\_Click – обработчик начала/ручного прерывания эксперимента, запускает/останавливает таймер и настраивает отображение элементов управления.

timer1\_Tick – обработчик таймера эксперимента, проводит измерение, путем обращения к методу GetTorque объекта device, выводит значение на график, производит логирование действия и отображение измеренного значения, также проверяет время эксперимента (если время вышло, то эксперимент завершается).

menuItemAddress\_DropDownOpened – обработчик отображения меню выбора адреса устройства, отображает адрес (отмечается «галочкой»), указанный в настройках.

menuItemSaveResult\_Click – обработчик сохранения результатов эксперимента, вызывает диалог для указания пути к файлу и вызывает метод SaveTorqToFile объекта device.

### **Класс Device**

Содержит приватные поля:

- \_connectstatus – статус соединения (true – соединение установлено, false - нет);

- \_devaddr – адрес устройства;

- \_data – измеренные в текущем эксперименте значения;

- \_lasterror – последняя ошибка при обращении к устройству.

Содержит свойства только для чтения:

- Connected – статус соединения соединения (true – соединение установлено, false - нет);

- LastError – последняя ошибка при обращении к устройству.

В конструкторе класса производится подключение к устройству согласно полученным настройкам (номер COM порта и адрес устройства), по результату подключения инициализируются соответствующие поля (\_connectstatus и \_lasterror).

Методы класса:

PrepareMeasure – очищает результат предыдущего эксперимента (вызывается перед началом каждого эксперимента).

GetTorque – получает данные с устройства с указанного входа, результат измерения является возвращаемым значением из метода, статус измерения можно узнать из свойства LastError.

Dispose – вызывается при сборке мусора для освобождения занятых ресурсов.



SaveTorqToFile – сохраняет данные эксперимента в файл, путь к файлу передается в метод как аргумент.

### **Класс Settings**

Содержит поля:

- ComPortName – COM порт;
- Out1 – выход устройства (true – выход1, false – выход2);
- TimeMeasure – продолжительность эксперимента (в секундах);
- DeviceAddress – адрес устройства

В конструкторе все поля инициализируются значениями по умолчанию.

### **Класс SettingsStorage**

Обладает статическими методами:

Load – загрузка настроек, если файла настроек нет, то создаются настройки по умолчанию, настройки (экземпляр класса Settings) являются возвращаемым значением из метода.

Save – сохранение переданных как аргумент настроек.

Сохранение и загрузка настроек является сериализацией и десериализацией экземпляра класса Settings.

## **Системные требования**

Программа писалась под фреймворк 4.5, минимальным требованием является наличие на компьютере установленного фреймворка версии не ниже 4.5 (при желании можно изменить версию фреймворка - указав его в свойствах проекта и перекомпилировав, но не ниже версии 2 - эта версия необходима для библиотеки, отображающей график), остальные системные требования вытекают из требований к версии фреймворка (например версия 4.5 работает только на Windows Vista и младше).

## 3.2 Интерфейс пользователя

Интерфейс пользователя (рис.18) состоит из главного меню, центральной области в которой отображается график крутящего момента при проведении эксперимента, строка состояния и элемент отображения крутящего момента.



Рис.18. Интерфейс пользователя

Главное меню имеет вкладки Файл и Настройки (рис.19)

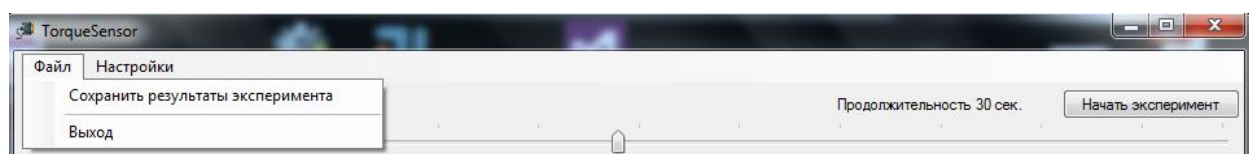


Рис.19 Главное меню программы

Вкладка **Файл** содержит команды: Сохранить результаты эксперимента и Выход, и при выполнении данных команд происходит сохранение полученных результатов в файл с расширением XML, либо выход из программы.

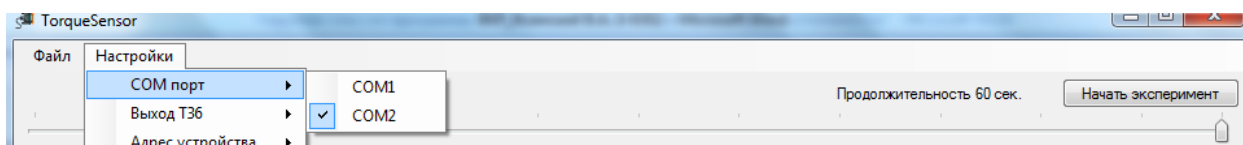


Рис.20 Вкладка Настройки

Вкладка **Настройки** (рис.20) содержит вкладки: COM порт, Выход Т36, Адрес устройства.

Во вкладке COM порт предлагается выбрать номер COM порта к которому подключен преобразователь интерфейса.

Во вкладке Выход Т36 (рис.21) выбираем выход с преобразователя с которого необходимо снять показания датчика.

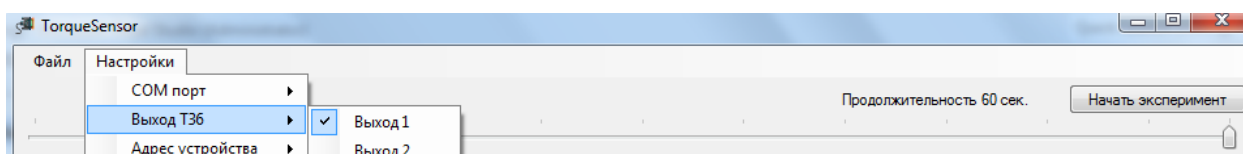


Рис.21 Вкладка Выход Т36

Также мы здесь имеем диалоговое окно в котором расположены элементы кнопка с наименованием Начать эксперимент при нажатии который будет выполняться считывание показаний датчика.

Продолжительность эксперимента регулируется изменением положения ползунка в окне регулятора. Минимальное и максимальное допустимое время эксперимента регулируются в диапазоне от 1 до 60 сек.

В центральной области (рис.22) отображается график крутящего момента при проведении эксперимента. График имеет разметку по оси ОХ время в секундах и имеет возможность изменения диапазона от 0 до 60 секунд с шагом 1с. По оси ОУ крутящий момент в Н/м с возможностью изменения диапазона от 0 до 10000 Н/м.



Рис.22 Центральная область

В нижней части программы находится строка состояний (рис.23) в которой отображается информация по текущим действиям программы о статусе открытия порта, инициализации датчика, запросах крутящего момента.

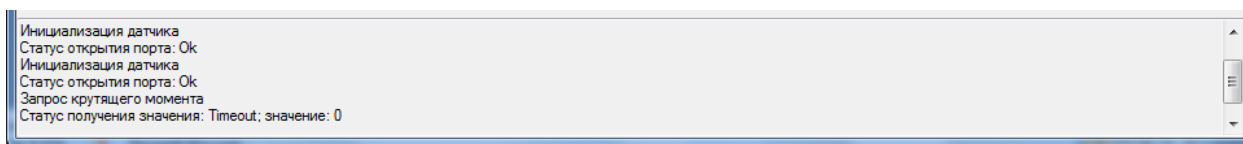


Рис.23 Строка состояния

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8302	Ясинский В.А.

<b>Институт</b>	Институт электронного обучения	<b>Кафедра</b>	Кафедра вычислительной техники
<b>Уровень образования</b>	Специалист	<b>Направление/специальность</b>	Вычислительные машины комплексы, системы и сети (230101)

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов	930 000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	1. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР 2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР 3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)
---	---

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8302	Ясинский В.А.		

## 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение

### 4.1 Организация и планирование работ

Для реализации проекта по модернизации испытательного стенда электроприводов необходимо два человека: руководитель (НР) и исполнитель (И). Наглядным результатом планирования работ является линейный график реализации проекта. Для его построения данные сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 *Перечень работ и продолжительность их выполнения*

Этап работы	Исполнитель	Нагрузка на исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Науч.рук	Н.Р. – 100%
Составление и утверждение ТЗ	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 100% И. – 30%
Подбор и изучение материалов по тематике	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 20% И. – 100%
Разработка календарного плана	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 100% И. – 30%
Обсуждение литературы	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 30% И. – 100%
Выбор структурной схемы устройства	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 100% И. – 70%
Выбор функциональной схемы устройства	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 100% И. – 90%
Разработка приложения	Исполн.	И. – 100%
Оформление расчетно пояснительной записки	Исполн.	И. – 100%
Оформление графического материала	Исполн.	И. – 100%
Подведение итогов	Науч.рук, Исполн.	Н.Р. – 60% И. – 100%

#### 4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет этапов продолжительности работ может осуществляться опытно-статистическим методом, потому как исполнитель работы не располагает соответствующими нормативами.

Опытно - статистический метод реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР.

Экспертный способ реализуется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и подразумевает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  применим формулу.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} \quad (4.1)$$

$t_{\min}$  – минимальная продолжительность работы

$t_{\max}$  – максимальная продолжительность работы

$t_{\text{prob}}$  – наиболее вероятная продолжительность работы

Для выполнения перечисленных в таблице 4.1 работ требуются специалисты:

- инженер – в данной работе исполнитель ВКР;
- научный руководитель.

Для составления линейного графика необходимо выполнить расчет длительности этапов в рабочих днях, а затем перевести их в календарные дни.

Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях  $T_{РД}$  произведем по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (4.2)$$

где  $t_{\text{ож}}$  – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в нашем случае  $K_{\text{вн}} = 1$ .

$K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ( $K_{\text{д}} = 1,2$ ).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{кд}} = T_{\text{рд}} \cdot T_{\text{к}} \quad (4.3)$$

где  $T_{\text{кд}}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{к}}$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{к}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вд}} - T_{\text{пд}}} \quad (4.4)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – календарные дни ( $T_{\text{кал}} = 366$ );

$T_{\text{вд}}$  – выходные дни ( $T_{\text{вд}} = 104$ );

$T_{\text{пд}}$  – праздничные дни ( $T_{\text{пд}} = 15$ ).

$$T_{\text{к}} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,48$$

Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на  $T_{\text{к}}$ . Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям  $T_{\text{кд}}$  (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – табл. 4.3.



Таблица 4.2 *Трудозатраты на выполнение проекта*

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	Науч.Рук.	1	3	1,8	2,16	-	3,2	-
Разработка и утверждение ТЗ	Науч.Рук., Исп.	1	2	1,4	1,68	0,504	2,49	0,75
Подбор и изучение материалов по тематике	Науч.Рук., Исп.	5	7	5,8	1,39	6,96	2,06	10,30
Разработка календарного плана	Науч.Рук., Исп.	1	2	1,4	1,68	0,504	2,49	0,75
Обсуждение литературы	Науч.Рук., Исп.	2	4	2,8	1,008	3,36	1,49	4,97
Выбор структурной схемы устройства	Науч.Рук., Исп.	3	5	3,8	4,56	3,192	6,75	4,72
Выбор функциональной схемы устройства	Науч.Рук., Исп.	2	4	2,8	3,36	3,024	4,97	4,48
Разработка приложения	Исполн.	30	45	36	-	43,2	-	63,94
Оформление расчетно пояснительной записки	Исполн.	6	9	7,2	-	8,64	-	12,79
Оформление графического материала	Исполн.	3	5	3,8	-	4,56	-	6,75
Подведение итогов	Науч.Рук., Исп.	2	6	3,6	2,592	4,32	3,84	6,39
<b>Итого:</b>				<b>70,4</b>	<b>18,43</b>	<b>78,26</b>	<b>27,28</b>	<b>115,83</b>

Таблица 4.3 *Линейный график работ*

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	3,2	–	■										
2	2,49	0,75	■										
3	2,06	10,30		■	■								
4	2,49	0,75			■								
5	1,49	4,97			■								
6	6,75	4,72			■	■							
7	4,97	4,48				■							
8	–	63,94				■	■	■	■	■	■		
9	–	12,79									■	■	
10	–	6,75										■	■
11	3,84	6,39											■

НР – ■; И – ■

### 4.1.2 Расчет накопления готовности проекта

В данном разделе осуществляется оценка текущих результатов работы над проектом. Процент накопления готовности работы покажет, на сколько процентов по окончании текущего этапа выполнен весь объем работ по проекту в целом.

- $TP_{\text{общ.}}$  – общая трудоемкость проекта;
- $TP_i$  ( $TP_k$ ) – трудоемкость  $i$ -го ( $k$ -го) этапа проекта,  $i = \overline{1, I}$ ;
- $TP_i^H$  – накопленная трудоемкость  $i$ -го этапа проекта по его завершении;
- $TP_{ij}$  ( $TP_{kj}$ ) – трудоемкость работ, выполняемых  $j$ -м участником на  $i$ -м этапе, здесь  $j = \overline{1, m}$  – индекс исполнителя, в нашем примере  $m = 2$ .

Степень готовности определяется формулой (5.5)

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}. \quad (4.5)$$

Применительно к таблице (6.2) величины  $TP_{ij}$  ( $TP_{kj}$ ) находятся в столбцах (6,  $j = 1$ ) и (7,  $j = 2$ ).  $TP_{\text{общ.}}$  равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Пример расчета  $TP_i$  (%) и  $CG_i$  (%) опираясь на эти данные содержится в таблице 4.4.

Таблица 4.4 *Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа.*

Этап	$TP_i$ , %	$CG_i$ , %
Постановка задачи	2,23	2,23
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	2,26	4,49
Подбор и изучение материалов по тематике	8,64	13,13
Разработка календарного плана	2,26	15,39
Обсуждение литературы	4,52	19,91
Выбор структурной схемы устройства	8,02	27,92

Выбор функциональной схемы устройства	6,6	34,52
Разработка приложения	44,68	79,2
Оформление расчетно-пояснительной записки	8,94	88,14
Оформление графического материала	4,72	92,85
Подведение итогов	7,15	100

## 4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

### 4.2.1 Расчет затрат на материалы

Таблица 4.5 Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Датчик крутящего момента М-40	890000	1	890000
Блок питания импульсный	1500	1	1500
Преобразователь интерфейса АС4	2950	1	2950
Ноутбук	35550	1	35550
<b>Итого:</b>			<b>930000</b>

Расходы на материалы равны  $C_{\text{мат}} = 930\,000$  руб.

Транспортно-заготовительные расходы включены в стоимость материалов.

### 4.2.2 Расчет заработной платы

Заработная плата среднедневная тарифная ( $ЗП_{\text{дн-т}}$ ) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/20,58 \quad (4.6)$$

По данным в 2016 году 247 рабочих дней, отсюда следует что в месяце в среднем 20,58 рабочих дня (это при пятидневной рабочей неделе), либо 300 рабочих дней (при шестидневной рабочей неделе) и, отсюда в месяце в среднем 25 рабочих дня.

Расчет затрат на полную заработную плату приведен в таблицу 4.6. Затраты времени по каждому из исполнителей в рабочих днях взяты из таблицы 4.2. Для того чтобы учесть в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд

коэффициентов:  $K_{\text{ПР}} = 1,1$ ;  $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$ ;  $K_p = 1,3$ . Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$ . Вышеуказанное значение  $K_{\text{доп.ЗП}}$  применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае  $K_{\text{и}} = 1,62$ .

Таблица 4.6 *Затраты на заработную плату*

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	<b>23 264,86</b>	930,6	19	1,699	<b>30040,7</b>
И	<b>17200</b>	835,76	79	1,62	<b>106960,56</b>
<b>Итого:</b>					<b>137001,26</b>

#### 4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.  $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$ . Итак, в нашем случае  $C_{\text{соц.}} = 137001,26 * 0,3 = 41100,38$  руб.

#### 4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (4.7)$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$  – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

$Ц_{\text{э}} = 5,7$  руб./кВт·час (с НДС).

$$t_{об} = T_{рД} * K_t, \quad (4.8)$$

$$t_{об} = 78,26 * 8 * 0,6 = 626 * 0,6 = 375,6$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{рД}$ , определяется исполнителем самостоятельно.

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C \quad (4.9)$$

где  $P_{ном.}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности  $K_C = 1$ .

$$P_{ноутбукa} = 150 \text{ Вт}$$

$$P_{датчика} = 5 \text{ Вт}$$

$$P_{преобр-ля} = 0,5 \text{ Вт}$$

$$P_{БП} = 30 \text{ Вт}$$

$$P_{ном} = 150 + 5 + 0,5 + 30 = 185,5 \text{ Вт} = 0,186 \text{ кВт}$$

Таблица 4.7 Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$ , час	Потребляемая мощность $P_{об}$ , кВт	Затраты $C_{эл.об}$ , руб.
Стенд испытательный	375,6	0,186	398,21
<b>Итого:</b>			<b>398,21</b>

#### 4.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{ам} = \frac{N_A * C_{об} * t_{рф} * n}{F_D}, \quad (4.10)$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования. Т.к. 247 рабочих дней в 2016г. при пятидневной рабочей неделе  $F_d = 247 * 8 = 1976$  часа;

$t_{pf}$  – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Срок амортизации (СА) для используемого оборудования составляет 3 года.

Далее определим  $N_A$  как величину обратную СА,  $1: 3 = 0,33$ .

Стоимость оборудования 930000 руб., время использования 375,6 часа, тогда для него  $C_{ам} = (0,33 * 930000 * 375,6 * 1) / 1976 =$  руб. Итого начислено амортизации 58335,85 руб.

#### 4.2.6 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта « Модернизация стенда испытательного применяемого для проведения приемосдаточных испытаний электроприводов ЭПЦ».

Таблица 4.8 Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	930000
Основная заработная плата	$C_{зп}$	137001,26
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	41100,38
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	398,21
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	58335,85
<b>Итого:</b>		<b>1 166 836</b>

Таким образом, затраты на разработку составили  $C = 1\ 166\ 836$  руб.

#### 4.2.7 Расчет прибыли

Примем в размере 5 % от полной себестоимости проекта. Она составит 58341,8 руб. (5 %) от расходов на разработку проекта.

#### 4.2.8 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли

$$(1\,166\,836 + 58341,8) * 0,18 = 1\,225\,177,8 * 0,18 = 220\,532,004 \text{ руб.}$$

#### 4.2.9 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 1\,166\,836 + 58341,8 + 220\,532,004 = 1\,445\,709,804 \text{ руб.}$$

#### 4.3 Оценка экономической эффективности проекта.

При использовании модернизированного стенда для испытаний приемо-сдаточные испытания проходят быстрее, что позволяет сэкономить время работы оператора в среднем на 5 мин. для испытания одного электропривода. При норме 16 приводов в смену сэкономленное время составит 80 мин за рабочий день.

В месяце в среднем 20,58 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе), следовательно в месяц будет сэкономлено  $80 * 20,58 = 1646,4$  мин.

В 2016 году 247 рабочих дня, следовательно за год экономия времени составит  $80 * 247 = 19760$  мин.  $\approx 329$  часов  $\approx 41$  рабочий день.

Расчет экономии на ЗП оператора приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 Затраты на заработную плату оператора

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Эконом. смен, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
Оператор	16900	821,19	41	1,62	54543,44
<b>Итого:</b>					<b>54543,44</b>

В результате модернизации стенда мы получим экономии на ЗП оператора в сумме 54543,44 руб. в год.

Также установка цифрового датчика позволит улучшить контроль качества выпускаемой продукции и на стадии производства, отбраковывать не соответствующие тех. условиям электропривода до поставки их конечному потребителю. В свою очередь это позволит сэкономить на гарантийном обслуживании и на командировочных



расходах связанных с выездом специалистов сервисной службы к местам установки оборудования.

Произвести полную оценку экономической эффективности проекта в рамках данной работы не возможно из-за недостатка информации.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8302	Ясинский Виктор Андреевич

<b>Институт</b>	Институт электронного обучения	<b>Кафедра</b>	Кафедра вычислительной техники
<b>Уровень образования</b>	Специалист	<b>Направление/специальность</b>	Вычислительные машины комплексы, системы и сети (230101)

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (рабочая зона, механическое оборудование)	Рабочее помещение 80 м <sup>2</sup> Стенд испытательный (в составе стенда персональный компьютер, датчик крутящего момента, напряжение питания стенда ~220В)
--	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования. 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	<u>Вредные факторы:</u> (источники вредных факторов на рабочем месте, нормирование их действия на работника, ссылка; технические решения и системы обеспечения требований нормативных документов) <u>Опасные факторы:</u> (источники опасных факторов, нормативные требования по обеспечению безопасности работников, ссылка; организационные и технические решения и системы обеспечения требований безопасности)
<b>2. Экологическая безопасность:</b> 2.1 анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 2.2 анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); 2.3 анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	1. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду. 2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> 3.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований. 3.1. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	Пожарная безопасность (причины возгорания, категория помещения по ПБ, средства первичного тушения, действия при пожаре)
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Условия труда в соответствии с ТК, эргономика рабочего места в производственном помещении.

<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	
--	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент каф. Экологии и безопасности жизнедеятельности	В.Н. Извеков	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8302	В.А. Ясинский		

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 5.1 Аннотация

Социальная ответственность компании АО «ТОМЗЭЛ» прежде всего направлена на создание таких социальных гарантий, которые позволили бы сблизить интересы общества с интересами работников, повысить качество жизни работников и членов их семей, а так же роли каждого работника.

Также нацелена на реализацию программ повышения надежности и безопасности объектов, корпоративной экологической политики и политики в области охраны труда социально значимых для работников.

Представление о понятии «*Социальная ответственность*» будущий специалист может получить из международного стандарта ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». В этом документе приводятся вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению.

### 5.2 Введение

Работа инженера – разработчика АО «ТОМЗЭЛ» проходит в лаборатории где установлена одна ПЭВМ в составе стенда испытательного электроприводов и относится к категории умственного труда и по степени физической тяжести относится к категории легких работ (работа производится сидя и не вызывает физического перенапряжения, при которых расход энергии составляет 120 ккал/час.).

Продолжительная работа на ПЭВМ несомненно отрицательно сказывается на здоровье человека. Компьютеры, а также системы и стенды в составе которых входит ПЭВМ, особенно мониторы, являются источником электростатического поля, ультрафиолетового излучения, слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц), рентгеновского излучения, инфракрасного

излучения и излучения видимого диапазона. Работа оператора в неподвижной напряженной позе на ПЭВМ в течение долгого времени в итоге приведет к усталости и появлению болей в позвоночнике, а также в плечевых суставах и шее. Во время длительной работы на клавиатуре появляются болевые ощущения в пальцах рук, локтевых суставах, запястьях и кистях. Также не менее сильной нагрузке подвергается зрительный орган оператора. На рис.24 показаны факторы, исходящие от персонального компьютера отрицательно влияющих на здоровье человека.



Рис.24. факторы воздействия компьютера на человека.

Длительная работа станда также может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Стенд является источником шума и отрицательно влияет на нервную систему и снижает производительность труда.

### 5.3 Производственная безопасность

Дипломная работа выполнялась в АО «ТОМЗЭЛ». Общая площадь рабочего помещения равна  $S = 80 \text{ м}^2$  (длина  $A = 10 \text{ м}$ , ширина  $B = 8 \text{ м}$ ). Объем помещения равен  $360 \text{ м}^3$  (высота  $C = 4,5 \text{ м}$ ). В помещении работает 5 человек, на каждого работающего приходится в среднем  $16 \text{ м}^2$  общей площади и  $72 \text{ м}^3$  объема.

По СанПиН 2.2.2.542-96 санитарные нормы составляют  $6,5 \text{ м}^2$  и  $20 \text{ м}^3$  объема на одного человека, т.е. количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

### 5.3.1 АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ

Основным опасным фактором при работе на стенде испытательном является опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током возможно только при открытых корпусах изделий, во время подключений и расключений и возникновении оголенных участков на кабеле. Также существует опасность поражения и от токоведущих частей компьютера в случае их пробоя и нарушении изоляции. Кроме того, возможны дополнительные воздействия целой группы вредных факторов, что зачастую снижает производительность труда.

К опасным факторам относят негативное воздействие на работающего человека, которое может привести к травме или ухудшению здоровья. К вредным производственным факторам относят негативное воздействие, на человека, которое приводит к ухудшению здоровья или заболеванию.

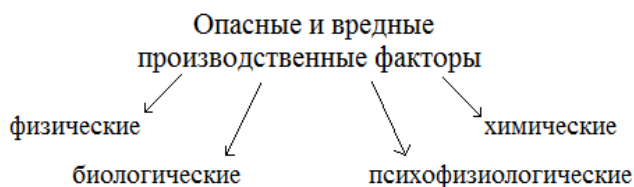


Рис.25. Виды опасных и вредных факторов на производстве.

На основании ГОСТ 12.0.003-74 представлена классификация опасных и вредных производственных факторов, имевшие место при проведении исследования.

Таблица 5.1 - Классификация опасных и вредных факторов.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работы на ПЭВМ;	1.Отклонение показателей воздушной среды (микроклимата); 2.повышенный уровень	1. Электрический ток.	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и

	шума; 3.повышенный уровень электромагнитных излучений; 4.повышенный уровень статического электричества; 5.повышенная напряженность электрического поля.		организации работы», в котором описываются требования к помещению с ПЭВМ, микроклимату, уровню шума, освещенности рабочего места, организации рабочего места с ПЭВМ. Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96. Параметры оптимального уровня шума устанавливаются СН 2.2.42.1.8.562-96. Параметры допустимого уровня электромагнитных полей устанавливаются СанПиН 2.2.4.1191-03; Требования к освещенности устанавливаются СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03; Уровень допустимых электромагнитных излучений устанавливается СанПиН СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.
--	--	--	---

## 5.4 Производственная санитария

### 5.4.1 Производственный шум

Одним из вредных факторов во время испытаний электроприводов является шум. Он создается работающим оборудованием, двигателями электроприводов, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. При повышенном действии шума затрудняется разборчивость речи, снижается работоспособность, ухудшается слух человека. Шум вызывает головную боль, быструю утомляемость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, ухудшается память, снижается реакция.

Также источником шума в помещении являются вентиляторы блоков питания ЭВМ, периферийные устройства, средства вентиляции и др.

В соответствие с СН 2.2.42.1.8.562-96 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» были выделены следующие требования к шуму на рабочем месте при работе с ПК:

1. Уровень шума на рабочем месте с ПЭВМ при выполнении основной работы не должен превышать 50 дБА.
2. При выполнении лабораторных, аналитических или измерительных работ уровень шума не должен превышать 60 дБА.
3. В помещениях с шумными агрегатами вычислительных машин (принтеры, стенды и т.п.) норма шума не более 75 дБА таблица 5.4

*Таблица 5.2 - Степень звукового давления и уровни звука в октавных полосах частот*

Уровни звукового давления, дБ									Уровни звука, эквивалентные уровни звука, дБА
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	59	48	40	34	30	27	25	23	35
	63	52	45	39	35	32	30	28	40
	67	57	49	44	40	37	35	33	45
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Для снижения уровня шума применяют следующие методы:

- уменьшение уровня звука в источнике (защитные экраны)
- звукопоглощение (облицовка помещения)
- звукоизоляция (обшивка внутреннего помещения)
- рациональное расположение оборудования
- применение средств индивидуальной защиты (беруши).

#### **5.4.2 Микроклимат рабочей зоны**

К микроклимату рабочей зоны внутри помещений относится климат среды который находится внутри этих помещений и определяется действующими на организм человека следующими факторами: скорости



движения воздушного потока, температуры помещения, влажности. Лаборатория является помещением 1ой категории, т.к. выполняются легкие физические работы.

К помещениям данной категории предъявляются следующие требования:

оптимальная температура окружающего воздуха  $+22^{\circ}\text{C}$  (допустима от  $+20$  до  $+24^{\circ}\text{C}$ ), оптимальная относительная влажность 40 -60% (допустимая не более 75%) , скорость движения воздушных масс не более 0.1м/с.

Для создания оптимальных значений температуры, влажности, и скорости движения воздуха и автоматического поддержания в лаборатории независимо от внешней окружающей среды, в холодное время года используется водяное отопление, а в теплое время года применяется кондиционер либо сплит - система. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

### **5.4.3 Освещение**

В лаборатории используется совместное освещение – искусственное и естественное. Система освещения общая. Выбор типа светильника производится с учетом следующих основных факторов:

- требуемое количество освещения;
- безопасность эксплуатации;
- удобство;
- экономичность.

Для определения необходимого количества ламп и выбора их типа ниже произведен расчет общего искусственного люминесцентного освещения.

Помещение имеет следующие параметры: длина  $A=10$  м, ширина  $B=8$  м и высота  $H=4,5$ м.

$h_c = 0,5$  м. - расстояние плафонов освещения от перекрытия

$h_{п} = H - h_c = 4,5 - 0,5 = 4$  м. - высота плафонов освещения над полом

$h_p$  = высота расчетной поверхности = 0,7 м (для помещений, связанных с работой ПЭВМ)

$h = h_{п} - h_p = 4 - 0,7 = 3,3$  - расчетная высота.

Светильники освещения типа ЛДР (2x40 Вт) имеют следующие размеры: длина - 1,24 м, ширина - 0,27 м, высота - 0,10 м.

$L$  - расстояние между соседними плафонами (рядами люминесцентных светильников),  $L_a$  (по длине помещения) = 2 м,  $L_b$  (по ширине помещения) = 2,4 м.

$l$  - расстояние от крайних плафонов или рядов плафонов до стены,  $l = 0,3 - 0,5L$ .

$l_a = 0,5L_a$ ,  $l_b = 0,5L_b$

$l_a = 1$  м.,  $l_b = 1,2$  м.

Светильники с люминесцентными лампами в помещениях для работы рекомендуют устанавливать рядами.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затемняющих предметов. Необходимый поток ламп в каждом светильнике

$$F = E * r * S * z / N * \eta,$$

где  $E$  - заданная минимальная освещенность = 300 лк., т.к. разряд зрительных работ = 3

$r$  - коэффициент запаса = 1,3 (для помещений, связанных с работой ПЭВМ)

$S$  - освещаемая площадь = 80 м<sup>2</sup>.

$z$  - характеризует неравномерное освещение,  $z = E_{ср} / E_{min}$  - зависит от отношения  $\lambda = L/h$ ,  $\lambda_a = L_a/h = 0,6$ ,  $\lambda_b = L_b/h = 1,5$ . Т.к.  $\lambda$  превышают допустимых значений, то  $z=1,1$  (для люминесцентных ламп).

$N$  - число светильников предполагаемое до расчета. Первоначально предполагалось число рядов  $n$ , которое подставляется вместо  $N$ . Тогда  $F$  - поток ламп одного ряда.

$N = F/F_1$ , где  $F_1$  - поток ламп в каждом светильнике.

$\eta$  - коэффициент использования. Для его нахождения выбирают индекс помещения  $i$  и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения  $\rho_{пот.}$  (потолка) = 70%,  $\rho_{ст.}$  (стены) = 50%,  $\rho_{п.}$  (пола) = 30%.

$$F = 300 * 1,3 * 80 * 1,1 / 2 * 0,3 = 57200 \text{ Лм.}$$

В результате выполненных расчетов предлагается установить три светильника в ряд. Применяем светильники с лампами 2х40 Вт с общим потоком 5700 лм.

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = \frac{F}{F_l}$$

$N$  - определяемое число ламп;

$F$  - световой поток,  $F = 57200$  Лм;

$F_l$  - световой поток лампы,  $F_l = 5700$  Лм.

$$N = \frac{57200}{5700} = 10 \text{ шт.}$$

Таким образом, для искусственного освещения помещения потребуется 10 шт. светильников

Схема расположения светильников представлена на рисунке 26.

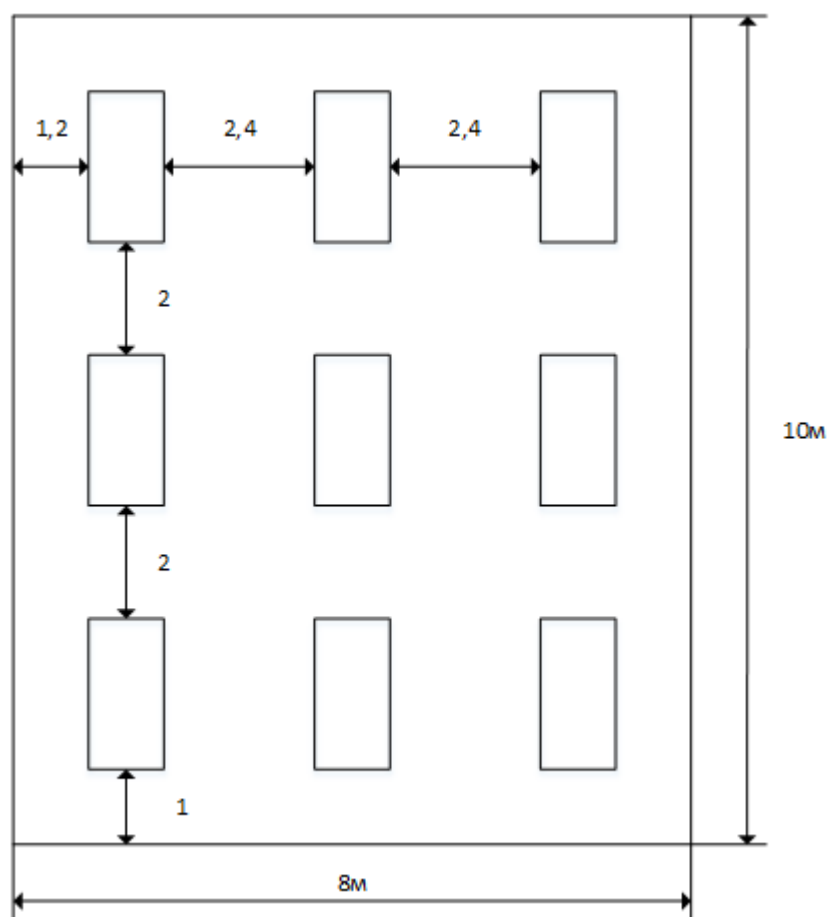


Рис. 26. Схема расположения светильников.

Таблица 5.4 - Нормированное значение минимальной освещенности

Характеристика зрительной работы	Искусственное освещение		
	Освещенность, лк		
	при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения
	всего	в том числе от общего	
Средней точности: размер объекта различения свыше 0,5 до 1 мм	750 – 400	200	300 – 200
Малой точности: размер объекта различения свыше 1 до 5 мм	400	200	300 – 200

#### **5.4.4 Опасность повышенного уровня напряженности электромагнитного поля.**

Электромагнитные поля которые характеризуются напряженностями электрических и магнитных полей несут в себе вред для организма человека. Источником вредных для человека полей , оказывающих вред для здоровья людей которые используют во время работы автоматизированные информационные системы в составе которых имеются персональные электронно-вычислительные машины, являются дисплеи мониторов, в частности устаревшие мониторы с электронно-лучевыми трубками. Они представляют собой источники наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье программиста.

ПЭВМ являются источниками таких излучений как:

- электростатических полей
- мягкого рентгеновского
- ультрафиолетового 200 - 400нм
- видимого 400 - 700нм
- ближнего инфракрасного 700 - 1050нм
- радиочастотного 3кГц - 30МГц

Ультрафиолетовое излучение в больших дозах приводит к заболеванию кожи как дерматит, возникновению головной боли, сухости и раздражению в глазах. Инфракрасное излучение приводит к перегреву тканей человека, особенно хрусталика глаза, повышению температуры тела. Уровни напряженности электростатических полей должны составлять не более 20кВ/м. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В. При повышенном уровне напряженности полей следует сократить время работы за компьютером, необходимо обеспечить перерывы в работе в течении 10 - 15 минут в каждые час, полтора работы. Так же необходимо применять защитные

экраны. Защитный экран изготовлен из мелкой сетки или стекла и собирает на себе электростатический заряд. Для снятия заряда с экрана монитора его необходимо заземлить.

Может возникнуть опасность по уровням напряженности электромагнитного поля. На расстоянии 5 - 10 см от экрана и корпуса монитора уровни напряженности могут достигать 140В/м по электрической составляющей, что значительно превышает допустимые значения СанПиН 2.2.2. 542-96. Предельно допустимые значения характеристик ЭМП указана в таблица 5.5.

Таблица 5.5 Предельно допустимые значения характеристик ЭМП

Наименование параметров	Допустимое Значение
Напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	10 В/м
Напряженность электромагнитного поля по магнитной составляющей на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	0,3 А/м
Напряженность электростатического поля не должно превышать: - для взрослых пользователей	20 кВ/м
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: - в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц; - в диапазоне частот 2 - 400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: - в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц;	250нТл

- в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

Для предупреждения внедрения опасной техники все дисплеи должны проходить испытания на соответствие требованиям безопасности (например международные стандарты MRP 2, ТСО 99).

Так как работа программиста по виду трудовой деятельности относится к группе В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ, а по напряженности работы ко II категории тяжести (СанПиН 2.2.2.542-96), предлагаю сократить время работы за компьютером, делать перерывы суммарное время которых должно составлять 50 минут при 8-ми часовой смене и, конечно же, применять защитные экраны. Например, защитный экран “ERGON” способен защитить организм человека от электромагнитных полей, благодаря внедрению новых идей, связанных с поляризованными покрытиями. Для снятия заряда защитный экран, установленный на мониторе необходимо заземлить.

## **5.5 Техника Безопасности**

### **5.5.1 Электробезопасность.**

Несмотря на большое количество техники, по электробезопасности помещение считается в соответствии с классификацией ПУЭ без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования. Также не повреждена изоляция проводов, розетки защищены предохранительными кожухами, корпуса устройств заземлены. Силовой щит, через который осуществляется подача питания, оснащен автоматическим

предохранителем. Для снижения возникающих разрядов применяется антистатический материал для покрытия. Поэтому при правильном использовании оборудования и соблюдении техники безопасности опасность поражения током маловероятна, исключая аварийные случаи, при случайном соединении заземленных конструкций и частей оборудования, находящихся под напряжением.

*Таблица 5.6 - Граничные значения напряжений, при превышении которых требуется выполнение защиты от косвенного прикосновения в зависимости от категории помещения.*

Категория помещения	ПУЭ (6-издание) п. 1.7.33	Проект новой редакции ПУЭ
Без повышенной опасности	$\geq 380$ В перем. тока	$> 50$ В перем. тока
	$\geq 440$ В пост. тока	$> 120$ В пост. тока

Неотъемлемой мерой по защите от поражения током является регулярное проведение организационных мероприятий: первичный инструктаж по технике безопасности и последующие инструктажи, и технические мероприятия: защитные заземления, зануление и т.д. Инструктаж по технике безопасности является обязательным условием для допуска к работе в данном помещении.

## 5.6 Экологическая безопасность

Отсутствие промышленных отходов и обеспечение безотходного производства является одним из способов защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Безотходное производство подразумевает комплекс мероприятий в технологических процессах, от обработки сырья до использования готовой продукции. В результате выполнения мероприятий сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. Все отходы должны быть собраны, отсортированы и отправлены на дальнейшую переработку. Для осуществления комплекса мероприятий необходимо:



- создать и внедрить новые процессы получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
- разработать различные виды бессточных технологических систем и водооборотных циклов имеющих системы очистки сточных вод;
- разработать способы переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- создать территориально - промышленные комплексы, имеющие замкнутую структуру потоков сырья и отходов внутри комплекса.

В области создания и внедрения безотходной технологии в ряде отраслей промышленности уже достигнуты успехи, но все таки полностью перевод ведущих отраслей промышленности на безотходную технологию практически не возможен и потребует решения не малого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач. В связи с этим до внедрения безотходной технологии производства важными направлениями экологизации промышленного производства будут такие как:

- совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с наименьшим уровнем выбросов отходов в окружающую среду
- замена токсичных отходов на нетоксичные
- замена не утилизируемых отходов на утилизируемые
- применение пассивных методов защиты окружающей среды

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов. К ним относятся:

- очистка сточных вод от примесей
- очистка газовых выбросов от вредных примесей
- рассеивание вредных выбросов в атмосфере
- глушение шума на путях его распространения

- мероприятия по снижению уровней инфразвука, ультразвука и вибраций на пути их распространения
- экранирование источников энергетического загрязнения окружающей среды
- захоронение токсичных и радиоактивных веществ

Потребление электроэнергии является серьезной проблемой охраны окружающей среды. Ведь с увеличением компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличивается и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без нарушения экологической обстановки.

Рост энергопотребления влечет за собой такие экологические нарушения, как:

- изменение климата – накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект)
- загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами
- загрязнение водного бассейна Земли
- опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов
- изменение ландшафта Земли

## **5.7 Безопасность в ЧС**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

### **5.7.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.**

В помещении, где производилась дипломная работа, имеется электропроводка напряжением 220 В, предназначенная для питания и освещения стенда испытательного. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования. Система вентиляции может стать дополнительным источником распространения возгорания.

### **5.7.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.**

При работе на персональном компьютере есть вероятность возникновения пожара.

Пожар – неконтролируемое возгорание и горение, наносящее вред жизни и здоровью людей, также материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров чаще всего являются: короткие замыкания, несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств, разряды статического электричества.

### **5.7.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.**

Предупреждение пожаров является основной задачей руководителей и инженерно-технических работников предприятий. В работе по предупреждению пожаров большая роль принадлежит личному составу пожарной охраны, который проводит целый комплекс мероприятий по

противопожарной защите объектов, осуществляет постовую и дозорную службу, выявляет имеющиеся недостатки и принимает меры к их своевременному устранению в соответствии с ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности"

В соответствии с СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение, в котором выполнялась ВКР, относится к категории (Д) с пониженной пожароопасностью.

К пожарно-профилактическим мероприятиям относятся:

Организационные мероприятия:

1. Инструктаж по пожарной безопасности обслуживающего персонала
2. Проведение обучений персонала правилам техники безопасности
3. Создание инструкций, плакатов, планов эвакуаций

Эксплуатационные мероприятия: соблюдение эксплуатационных норм оборудования; обеспечение свободного подхода к оборудованию. Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В лаборатории имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, рубильник, обесточивающий всю лабораторию, на стене возле выхода расположен план эвакуации в случае пожара, также имеется пожарный щит в коридоре.

Самым распространенным и простым средством пожаротушения является вода т.к. имеется в каждом водопроводе зданий. Для эффективного тушения огня используют специальные пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридорах зданий. В местах первичных средств огнетушения должны располагаться

ящик с песком, лом, пожарные ведра и топор. Если возгорание произошло в электроустановке, для ликвидации огня должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2, или порошковые типа ОП-5. Помимо устранения самого очага возгорания пожара необходимо сразу организовать эвакуацию людей.

## **5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

### **5.8.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.**

Условия труда, созданные при выполнении ВКР, не являются опасными или вредными для здоровья, и не несут угрозу экологической безопасности. График работы не нарушался, привлечения к работе в ночное время не было. На предприятии регулярно проводились организационно – технические мероприятия такие как первичный инструктаж по технике безопасности, инструктаж по охране труда.

### **5.8.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.**

На основании СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы» для данной выпускной квалификационной работы были выявлены основные требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ.

Выполнение рабочих движений в пределах оптимальной зоны значительно снижает мышечное напряжение.

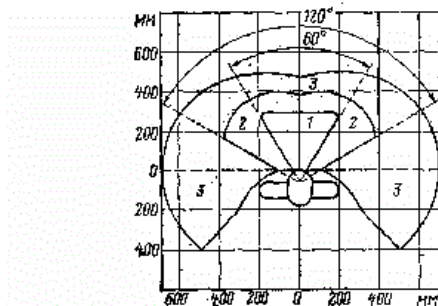


Рис.27. Зоны рабочего пространства

Зона 1 - оптимальной досягаемости – данная зона определяется дугами, для движений предплечьями и локтевых суставов. Зона 2 - легкой досягаемости - данная зона определяется дугами, описываемыми руками при движении в расслабленном состоянии. Зона 3 - зона досягаемости - данная зона определяется дугами при движении максимально вытянутых рук. В зоне 1 располагают очень часто используемые (2 раза в минуту и более) и наиболее важные ОУ. В зоне 2 - часто используемые (менее 2 раз в мин). В зоне 3 - редко используемые (менее 2 раз в час).

Для рациональной компоновки рабочего места и размещения на рабочей поверхности оборудования, для устранения теней, для обеспечения простоты, а также для поддержания эстетики вида помещения его потолок и стены должны быть без выступающих строительных конструкций.

При выборе цветосветовой гаммы для интерьера должно учитываться эмоционально-физиологическое воздействие цвета и света в организации пространства.

Для борьбы с монотонностью работы оператора в помещении пункта управления желательно предусмотреть освещение. Для этого светильники общего и местного освещения должны иметь плавную (ручную или автоматическую) регулировку силы света, обеспечивающую возможность снижения освещенности рабочих поверхностей до 30 люкс.

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы проведён анализ и выявлены недостатки стенда испытательного электроприводов. Выбраны цифровой датчик крутящего момента и преобразователь интерфейса RS-485 – USB.

Разработана структурная схема модернизированного стенда, включающего цифровой датчик крутящего момента и интерфейс подключения к персональному компьютеру.

Сформулированы критерии выбора цифрового датчика момента в соответствии с которыми выбран датчик M40.

Сформулированы критерии выбора преобразователя интерфейса RS-485 – USB в соответствии с которыми выбран преобразователь интерфейса AC4.

Разработана электрическая принципиальная схема модернизированного стенда, позволяющая персональному компьютеру получать данные со стенда.

Создана программа, позволяющая выводить на экран персонального компьютера значение крутящего момента в режиме реального времени, строить график значения крутящего момента во времени и сохранять данные эксперимента в отдельный файл.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М., 1980.
2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. М., 1979.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования, М., 1992.
4. СНиП 2.09.02-85 Производственные здания. М., 1985.
5. СНиП 2.4.79 Естественное и искусственное освещение. М., 1979
6. СНиП 2-12-77 Защита от шума. М., 1977
7. 18.СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. М. 1997.\
8. СанПиН - 2.2.2-542-96
9. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня: Учебник для вузов. СПб.:Питер, 2015. – 432с.
10. Пахомов Б.И. С# для начинающих. – СПб.:БХВ-Петербург, 2014. – 432с.
11. Преобразователь интерфейсов RS-485-USB [электронный ресурс]: лаборатория электроники.  
URL:<http://www.ellab.su/catalog/preobrazovateli/usb-rs485> (режим доступа свободный, дата обращения: 15.01.2016).
12. Конвертор интерфейсов USB/RS-485 IFD6500 [электронный ресурс]: КИП-сервис.  
URL:[http://kipservis.ru/delta/optional\\_equipment\\_interface-converter-ifd6500.htm#](http://kipservis.ru/delta/optional_equipment_interface-converter-ifd6500.htm#) (режим доступа свободный, дата обращения: 19.01.2016).
13. Автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4 [электронный ресурс]: ОВЕН. Оборудование для автоматизации.

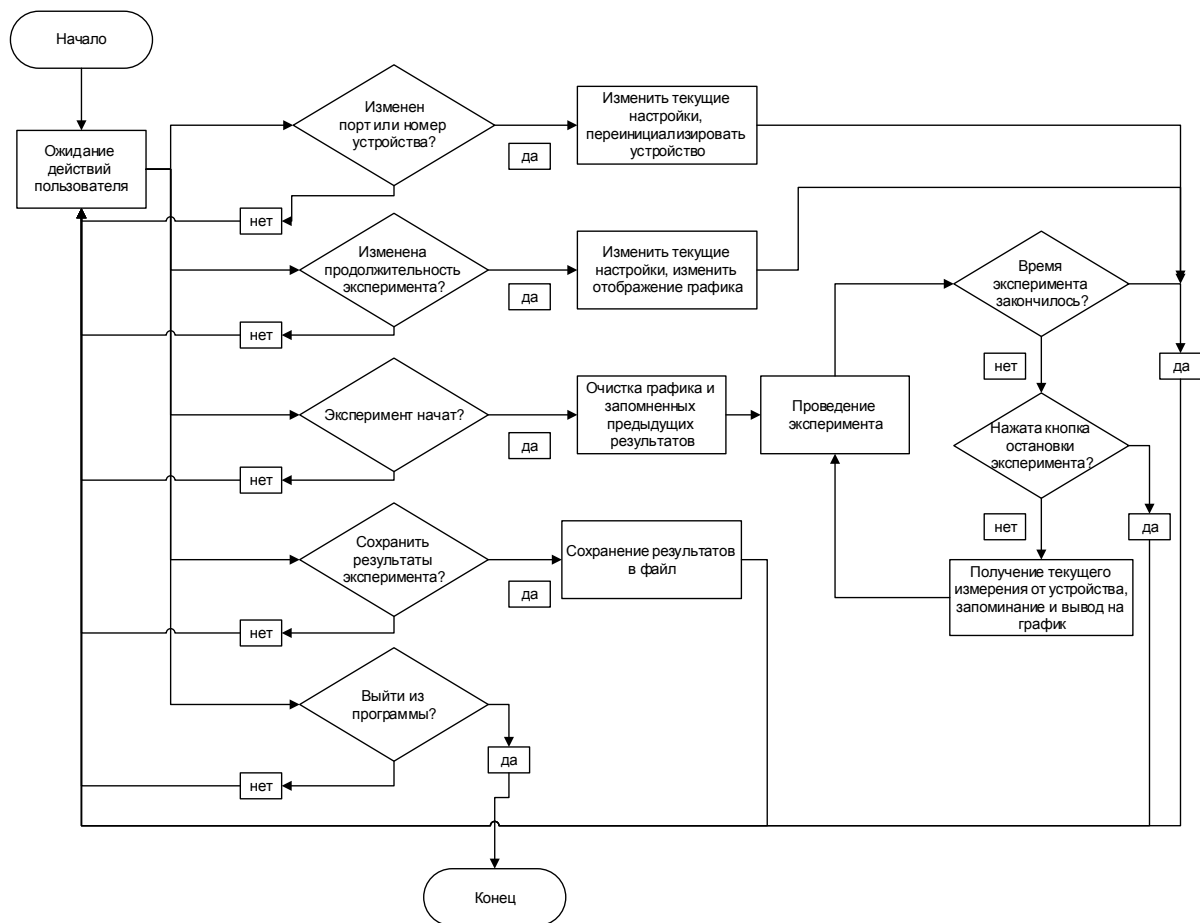


URL:[http://www.owen.ru/catalog/avtomaticheskij\\_preobrazovatel\\_interfejsov\\_usb\\_rs\\_485\\_owen\\_as4/opisanie](http://www.owen.ru/catalog/avtomaticheskij_preobrazovatel_interfejsov_usb_rs_485_owen_as4/opisanie) (режим доступа свободный, дата обращения: 19.01.2016).

14. Преобразователь интерфейсов ПИ-1 (USB/RS-485) [электронный ресурс]: системы вызова персонала.  
URL:<http://www.hostcall.ru/product322.html> (режим доступа свободный, дата обращения: 19.01.2016).
15. Датчики крутящего момента М40 [электронный ресурс]: тензометрическая техника.  
URL:<http://www.tilkom.com/production/gauges/torque/m40/> (режим доступа свободный, дата обращения: 21.01.2016).
16. Датчики крутящего момента серии TF [электронный ресурс]: MEGATROL Измерительное оборудование. Испытательные стенды.  
URL:[http://www.magtrol.ru/catalog/torque\\_detectors/torque\\_detectors\\_tf.html](http://www.magtrol.ru/catalog/torque_detectors/torque_detectors_tf.html) (режим доступа свободный, дата обращения: 23.01.2016).
17. Датчики крутящего момента на вращающемся валу М425 [электронный ресурс]: датчики и системы измерения крутящего момента. URL:<http://www.datum-electronics.ru/m420-rotary-torque-transducers.aspx.htm> (режим доступа свободный, дата обращения: 24.01.2016).
18. TB2 Torque Reference Transducer With Extreme Accuracy [электронный ресурс]: HBM measure and predict with confidence  
URL:<http://www.hbm.com/en/2414/tb2-torque-reference-transducer-with-extreme-accuracy/> (режим доступа свободный, дата обращения: 26.01.2016).

## **Приложение А. Схема электрическая принципиальная**

## Приложение Б. Алгоритм работы программы



## Приложение В. Исходные коды программы

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Linq;
using TorqueSensor.Sources.Classes;
using ZedGraph;
namespace TorqueSensor
{
    /// класс формы для отображения визуальных данных
    public partial class fmMain : Form
    {

        delegate void logger(string data); // делегат для вывода данных при
                                           // обращении из неглавного потока

        private const double Y_MIN_LIMIT = -3.0f,
                               // ограничения минимума по оси Y (для начальных значений)

        Y_MAX_LIMIT = 3.0f; // ограничения максимума по оси Y
                               (для начальных значений)

        private const string TORQ_CURVE_NAME = "Крутящий момент"; // название
                                                                    графика

        private Device device; // экземпляр устройства

        private ZedGraphControl graph = new ZedGraphControl(); // экземпляр
                                                                    отображения графика

        private Settings _setting = SettingsStorage.Load(); // экземпляр настроек

        /// конструктор формы

        public fmMain()
        {

            InitializeComponent(); // инициализация дочерних элементов формы

            pnlGraf.Controls.Add(graph); // добавляем отображение графика на форму
                                           // настраиваем отображение графика
            graph.Select(); // устанавливаем как активный элемент

            graph.IsZoomOnMouseCenter = false; // параметр увеличения (увеличивать от
                                                центра графика, а не от места указателя мыши)

            graph.IsEnableHPan = false; // запрет на перемещение по оси X

            graph.IsEnableHZoom = false; // запрет на увеличение по оси X

            graph.IsEnableSelection = false; // запрещаем выбор мышью элементов

```

```

на графике

graph.IsAutoScrollRange = true; // устанавливаем автомасштабирование

graph.GraphPane.AddCurve(TORQ_CURVE_NAME, null, Color.Red, SymbolType.None);
// добавляем график в отображение
(значения в график будут добавляться во время работы)

graph.ContextMenuBuilder += new ZedGraphControl.ContextMenuBuilderEventHandler(graphMenuEvent); // назначаем обработчик вызова меню графика
(по правой кнопке мыши)

foreach (string port in System.IO.Ports.SerialPort.GetPortNames())
    // заполняем меню выбора COM порта из доступных на машине портов
    {
        menuItemCOMPort.DropDownItems.Add(new ToolStripMenuItem()
            // создаем экземпляр элемента меню

        CheckOnClick = true, // при клике устанавливать/снимать галочку

    });

((ToolStripMenuItem)menuItemCOMPort.DropDownItems[menuItemCOMPort.DropDownItems.Count -
1]).Click += new EventHandler(comportnameClick); // назначаем обработчик клика по
пункту меню
    }

for (int i = 1; i < 11; i++) // заполняем меню выбора номера устройства
    {
        menuItemAddress.DropDownItems.Add(new ToolStripMenuItem()
            // создаем экземпляр элемента меню
            {
                Text = i.ToString(), // выводимый текст - номер устройства

                CheckOnClick = true, // при клике устанавливать/снимать галочку

                Checked = (i == _setting.DeviceAddress) // если номер устройства указан
в настройках, то установить галочку
            });

        ((ToolStripMenuItem)menuItemAddress.DropDownItems[menuItemAddress.DropDown
Items.Count -
1]).Click += new EventHandler(deviceaddressClick); // назначаем обработчик клика
    }

menuItemOut1.Checked = _setting.Out1; // меню "выход 1" выбрано, если
такое указано в настройках

menuItemOut2.Checked = !menuItemOut1.Checked; // меню "выход 2" не выбрано
(или выбрано, если "выход 1" не выбран)

tbTime.Value = _setting.TimeMeasure; // устанавливаем время продолжения
эксперимента из настроек

```

```

        lblTime.Text = string.Format("Продолжительность {0} сек.", tbTime.Value);
// отображаем время продолжительности эксперимента
        GraphInvalidate(); // настраиваем вывод графика

        CreateDevice(); // создаем устройство
    }

    /// создание устройства с текущими настройками
    private void CreateDevice()
    {
        Logging("Инициализация датчика\n"); // выводим сообщение в лог

        if (device != null) device.Dispose(); // если устройство создано, то
        закрываем устройство

        device = new Device(_setting.DeviceAddress, _setting.ComPortName);
// создаем устройство с параметрами из настроек (порт устройства и адрес
устройства)

        Logging(string.Format("Статус открытия порта: {0}\n", device.LastError.ToS
tring())); // выводим лог открытия порта
    }

    /// стандартный обработчик выбора адреса устройства

    /// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

    /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
    private void deviceaddressClick(object sender, EventArgs e)
    {
        _setting.DeviceAddress = Convert.ToByte(((ToolStripMenuItem)sender).Text);
// записываем в настройки адрес устройства
        CreateDevice(); // создаем устройство
    }

    /// обработчик выбора COM порта

    /// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

    /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
    private void comportnameClick(object sender, EventArgs e)
    {
        _setting.ComPortName = ((ToolStripMenuItem)sender).Text; // записываем
        в настройки COM порт
        CreateDevice(); // создаем устройство
    }

    /// обработчик вызова меню графика (по правой кнопке мыши)

    /// <param name="sender">экземпляр графика</param>
    /// <param name="menuStrip">экземпляр меню графика</param>

    /// <param name="mousePt">положение мышки относительно графика</param>
    /// <param name="objState">состояние меню графика</param>

```

```

private void graphMenuEvent(ZedGraphControl sender, System.Windows.Forms.C
ontextMenuStrip menuStrip, Point mousePt, ZedGraphControl.ContextMenuObjectState o
bjState)
{
    menuStrip.Items.RemoveAt(menuStrip.Items.Count - 1); // удаляем пункт меню
    menuStrip.Items.RemoveAt(menuStrip.Items.Count - 2); // удаляем пункт меню
}

/// <summary>
/// настройка вывода графика (по установленным значениям)
/// </summary>
private void GraphInvalidate()
{
    graph.Dock = DockStyle.Fill; // график растянут на все доступное
                                // пространство формы

    GraphPane pane = graph.GraphPane; // получаем экземпляр объекта,
                                    // отображающего график

    pane.YAxis.Scale.MinAuto = false; // минимальный масштаб по оси Y
                                    // устанавливается вручную

    pane.YAxis.Scale.MaxAuto = false; // максимальный масштаб по оси Y
                                    // устанавливается вручную

    pane.YAxis.Title.Text = "Крутящий момент, Н/м"; // подпись оси Y

    pane.YAxis.Title.FontSpec.IsAntiAlias = true; // параметр вывода шрифта
                                    // для подписи по оси Y (включить размытие)

    pane.XAxis.Scale.MinAuto = false; // минимальный масштаб по оси X
                                    // устанавливается вручную

    pane.XAxis.Scale.MaxAuto = false; // максимальный масштаб по оси X
                                    // устанавливается вручную

    pane.XAxis.Title.FontSpec.IsAntiAlias = true; // параметр вывода шрифта
                                    // для подписи по оси X (включить размытие)
    pane.XAxis.Title.Text = "Время, сек"; // подпись оси X

    pane.Title.FontSpec.IsAntiAlias = true; // параметр вывода шрифта для
                                    // подписи наименования графика (включить размытие)

    pane.Title.Text = "Изменение крутящего момента во времени";
                                    // наименование графика

    pane.Legend.FontSpec.IsAntiAlias = true; // параметр вывода шрифта для
                                    // легенды графика (включить размытие)

    pane.CurveList[TORQ_CURVE_NAME].Clear(); // очищаем значения графика

    double xmin_limit = 0; // минимум по оси X

```

```
double xmax_limit = _setting.TimeMeasure; // максимум по оси X -  
установленное значение в настройках
```

```
// установка значений масштаба по осям X и Y
```

```
pane.XAxis.Scale.Min = xmin_limit;  
pane.XAxis.Scale.Max = xmax_limit;  
pane.YAxis.Scale.Min = Y_MIN_LIMIT;  
pane.YAxis.Scale.Max = Y_MAX_LIMIT;
```

```
pane.XAxis.MajorGrid.IsVisible = true; // включаем отображение сетки  
напротив крупных рисок по оси X
```

```
// Задаем вид пунктирной линии для крупных рисок по оси X:
```

```
// Длина штрихов равна 10 пикселям, ...
```

```
pane.XAxis.MajorGrid.DashOn = 10;
```

```
pane.XAxis.MajorGrid.DashOff = 5; // затем 5 пикселей -
```

пропуск

```
pane.YAxis.MajorGrid.IsVisible = true; // Включаем отображение сетки  
напротив крупных рисок по оси Y
```

```
// Аналогично задаем вид пунктирной линии для крупных рисок по оси Y
```

```
pane.YAxis.MajorGrid.DashOn = 10;
```

```
pane.YAxis.MajorGrid.DashOff = 5;
```

```
pane.YAxis.MinorGrid.IsVisible = true; // Включаем отображение сетки  
напротив мелких рисок по оси X
```

```
// Задаем вид пунктирной линии для крупных рисок по оси Y:
```

```
// Длина штрихов равна одному пикселю, ...
```

```
pane.YAxis.MinorGrid.DashOn = 1;
```

```
pane.YAxis.MinorGrid.DashOff = 2; // затем 2 пикселя -
```

пропуск

```
pane.XAxis.MinorGrid.IsVisible = true; // Включаем отображение сетки  
напротив мелких рисок по оси Y
```

```
// задаем вид пунктирной линии для крупных рисок по оси Y
```

```
pane.XAxis.MinorGrid.DashOn = 1;
```

```
pane.XAxis.MinorGrid.DashOff = 2;
```

```
graph.AxisChange(); // вызываем установку настроек осей графика
```

```
graph.Invalidate(); // принудительно перерисовываем график
```

```
}
```

```
/// <summary>
```

```
/// вывод лога
```

```
/// </summary>
```

```
/// <param name="data">выводимое текстовое значение</param>
```

```
private void Logging(string data)
```

```
{
```

```
if (textBox1.InvokeRequired) // если обращение не из главного потока  
{
```

```
this.Invoke(new logger(Logging), new object[] { data }); // вызываем  
потокбезопасное обращение к визуальным элементам
```



```

    }
    else
    {
        foreach (string a in data.Split('|')) // выводим полученное текстовое
            значение (м.б. разделено символом '|' для вывода на разных строках)
            textBox1.AppendText(a + "\n");
    }
}

/// обработчик изменения продолжительности эксперимента

/// <param name="sender">экземпляр указателя продолжительности
    эксперимента</param>

/// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
private void tbTime_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    lblTime.Text = string.Format("Продолжительность {0} сек.", tbTime.Value);
    // отображаем продолжительность эксперимента

    _setting.TimeMeasure = (byte)tbTime.Value; // запоминаем в настройках
    продолжительность эксперимента
    GraphInvalidate(); // отображаем график
}

/// обработчик меню сохранения значений эксперимента

/// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

/// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
private void menuItemSave_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (device != null) // если устройство создано

    if (saveFileDialog1.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
        // вызываем диалог указания файла, если файл указан

        device.SaveTorqToFile(saveFileDialog1.FileName); // сохраняем результаты в
        указанный файл
}

/// обработчик меню "Выход"
/// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

/// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
private void menuItemExit_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Close(); // закрываем окно приложения
}

/// обработчик меню выбора выхода устройства
/// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

/// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
private void menuItemOut1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (sender.Equals(menuItemOut1)) // если выбран "Выход 1"

```

```

        {
menuitemOut2.Checked = !menuitemOut1.Checked; //изменяем выбор меню "Выход 2"
        }
        else
        {
menuitemOut1.Checked = !menuitemOut2.Checked; // изменяем выбор меню "Выход 1"
        }
        _setting.Out1 = menuitemOut1.Checked; // запоминаем настройки выхода устройства
    }

    /// обработчик показа меню выбора COM порта

    /// <param name="sender">экземпляр меню</param>

    /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
    private void menuitemCOMPort_DropDownOpening(object sender, EventArgs e)
    {
        foreach (ToolStripMenuItem item in menuitemCOMPort.DropDownItems)
        {
            item.Checked = (item.Text == _setting.ComPortName); // если порт выбран
                                                                в меню, то отмечаем его
        }

        /// обработчик закрытия программы

        /// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

        /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
        private void fmMain_FormClosed(object sender, FormClosedEventArgs e)
        {
            SettingsStorage.Save(_setting); // сохраняем настройки в файл
        }

        /// обработчик нажатия кнопки "Начать эксперимент"
        /// <param name="sender">экземпляр кнопки</param>

        /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
        private void btStart_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            GraphInvalidate(); // отображаем график

            tbTime.Enabled = !tbTime.Enabled; // запрещаем изменение продолжительности
            эксперимента во время его проведения

            timer1.Tag = 0.0f; // устанавливаем начальное значение таймера

            timer1.Enabled = !tbTime.Enabled; // запускаем таймер с отсчетом каждые 20
0 мс

            btStart.Text = (timer1.Enabled) ? "Остановить эксперимент" : "Начать экспе
римент"; // изменяем текст на кнопке в зависимости от состояния эксперимента
            (начат/окончен)

            if (tbTime.Enabled) device.PrepareMeasure(); // если эксперимент начат, то
            обнуляем результаты предварительного эксперимента

```

```

    }

    /// обработчик тика таймера (вызывается каждые 200 мс)
    /// <param name="sender">экземпляр таймера</param>

    /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
    private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
    {
        Logging("Запрос крутящего момента"); // выводим лог

        float torq = device.GetTorque(_setting.Out1); // получаем значение
                                                    крутящего момента

        graph.GraphPane.CurveList[TORQ_CURVE_NAME].AddPoint((float)timer1.Tag, torq); // добавляем это значение на график
        graph.Invalidate(); // перерисовываем график

        Logging(string.Format("Статус получения значения: {0}; значение: {1}", device.LastError.ToString(), torq)); // выводим статус получения крутящего момента

        lblTorque.Text = string.Format("Крутящий момент {0} Н/м", torq);
        // отображаем значение крутящего момента

        timer1.Tag = (float)timer1.Tag + timer1.Interval / 1000.0f;
        // устанавливаем время следующего шага по времени

        if (((float)timer1.Tag > tbTime.Value) | // если время эксперимента вышло
            или значение крутящего момента не получено, то прекращаем эксперимент

            (device.LastError != ConnectionError.Ok)) btStart_Click(btStart, new EventArgs());
    }

    /// обработчик отображения меню выбора адреса устройства
    /// <param name="sender">экземпляр меню</param>
    /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>

    private void menuItemAddress_DropDownOpened(object sender, EventArgs e)
    {
        foreach (ToolStripMenuItem item in menuItemAddress.DropDownItems)

            item.Checked = (item.Text == _setting.DeviceAddress.ToString()); // если
            выбран адрес, то отмечаем его в меню
    }

    /// обработчик пункта меню "сохранить результаты"
    /// <param name="sender">экземпляр пункта меню</param>

    /// <param name="e">параметры, передаваемые системой в обработчик</param>
    private void menuItemSaveResult_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (saveFileDialog1.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
        // отображение диалога выбора файла

            device.SaveTorqToFile(saveFileDialog1.FileName); // если файл для сохранения
            выбран, то сохраняем результаты
    }

```

```

    }
}

using System.Reflection;
using System.Runtime.CompilerServices;
using System.Runtime.InteropServices;

// Управление общими сведениями о сборке осуществляется с помощью
// набора атрибутов.
[assembly: AssemblyTitle("TorqueSensor")]
[assembly: AssemblyDescription("")]
[assembly: AssemblyConfiguration("")]
[assembly: AssemblyCompany("")]
[assembly: AssemblyProduct("TorqueSensor")]
[assembly: AssemblyCopyright("Copyright © 2016")]
[assembly: AssemblyTrademark("")]
[assembly: AssemblyCulture("")]

// Параметр ComVisible со значением FALSE делает типы в сборке невидимыми
// для COM-компонентов.
[assembly: ComVisible(false)]

// Следующий GUID служит для идентификации библиотеки типов, если этот про
ект будет видимым для COM
[assembly: Guid("97a0b8cb-594a-41a9-80f4-f311ac6bf1e9")]

// Сведения о версии сборки состоят из следующих четырех значений:
//
//      Основной номер версии
//      Дополнительный номер версии
//      Номер построения
//      Редакция
//
// Можно задать все значения или принять номер построения и номер редакции
// по умолчанию,
// используя "*", как показано ниже:
// [assembly: AssemblyVersion("1.0.*")]
[assembly: AssemblyVersion("1.0.0.0")]
[assembly: AssemblyFileVersion("1.0.0.0")]

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Xml.Serialization;

namespace TorqueSensor.Sources.Classes
{
    /// хранилище настроек программы
    public sealed class Settings
    {
        public string ComPortName { get; set; } // имя COM порта
    }
}

```

```

        public bool Out1 { get; set; } // выход, с которого снимается значе
ние

        public byte TimeMeasure { get; set; } // время эксперимента
        public byte DeviceAddress { get; set; } // адрес устройства

        /// конструктор класса

        public Settings()
        {
            // установка значений по умолчанию
            ComPortName = "COM1";
            Out1 = true;
            TimeMeasure = 30;
            DeviceAddress = 1;
        }
    }

    /// статический класс для сохранения/чтения настроек

    static class SettingsStorage
    {

        /// загрузка настроек
        /// <returns>загруженные настройки</returns>
        public static Settings Load()
        {
            Settings setting = null;

            if (System.IO.File.Exists(string.Format("{0}/{1}", System.Environment.CurrentDirectory, "setting.trqsns"))) // если файл настроек существует
            {

                XmlSerializer XML = new XmlSerializer(typeof(Settings)); // создаем сериализатор

                FileStream fs = new FileStream(string.Format("{0}/{1}", System.Environment.CurrentDirectory, "setting.trqsns"), FileMode.Open);
                // создаем файловый поток

                setting = (Settings)XML.Deserialize(fs); // десериализуем объект настроек

                fs.Close(); // закрываем файловый поток
            }

            else setting = new Settings(); // если файла настроек не существует
            - создаем настройки по умолчанию

            return setting; // возвращаем объект настроек
        }

        /// сохранение настроек
        /// <param name="setting">объект настроек</param>
        public static void Save(Settings setting)
        {

```

```

        XmlSerializer XML = new XmlSerializer(typeof(Settings)); // создаем
        сериализатор

        FileStream fs = new FileStream(string.Format("{0}\\{1}", System.Env
        ironment.CurrentDirectory, "setting.trqsns"), FileMode.Create); // создаем
        файловый поток

        XML.Serialize(fs, setting); // сериализируем настройки
        fs.Close(); // закрываем файл
    }
}

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Linq;
using System.Runtime.InteropServices;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.Xml.Serialization;

namespace TorqueSensor.Sources.Classes
{
    /// <summary>
    /// перечисление скорости порта
    /// </summary>
    public enum BaudRate
    {
        [Description("2400")]
        Baud2400 = 0,
        [Description("4800")]
        Baud4800 = 1,
        [Description("9600")]
        Baud9600 = 2,
        [Description("14400")]
        Baud14400 = 3,
        [Description("19200")]
        Baud19200 = 4,
        [Description("38400")]
        Baud38400 = 6,
        [Description("57600")]
        Baud57600 = 7,
        [Description("115200")]
        Baud115200 = 8
    }

    /// <summary>
    /// перечисление четности порта
    /// </summary>
    public enum Parity
    {
        [Description("Отсутствует")]
        None = 0,
        [Description("Чет")]

```

```

        Even = 1,
        [Description("Нечет")]
        Odd = 2
    }

    /// <summary>
    /// перечисление битов данных порта
    /// </summary>
    public enum DataBits
    {
        [Description("7")]
        Seven = 0,
        [Description("8")]
        Eight = 1
    }

    /// <summary>
    /// перечисление стоповых битов порта
    /// </summary>
    public enum StopBits
    {
        [Description("1")]
        One = 0,
        [Description("2")]
        Two = 2
    }

    /// <summary>
    /// перечисление типа обработки сигнала конвертором
    /// </summary>
    public enum ConverterType
    {
        Auto = 1,
        SemiAuto = 0
    }

    /// <summary>
    /// перечисление возможных ошибок
    /// </summary>
    public enum ConnectionError
    {
        [Description("Успешное завершение операции")]
        Ok = 0,
        [Description("Аргумент функции неверен ")]
        InvalidArgument = -1,

        [Description("Попытка использовать неинициализированный ресурс (нап
имер, неоткрытый порт)")]
        PortNotOpened = -2,

        [Description("Ошибка инициализации ресурса (например, при открытии
СОМ-порта)")]
        PortError = -5,
        [Description("Общая ошибка обмена ")]
        Io = -100,
    }

```

```

        [Description("Неверный размер принятого кадра или неверный размер п
оля данных ")]
        Format = -101,
        [Description("Прибор не ответил на запрос")]
        Timeout = -102,

        [Description("Неверная контрольная сумма в принятом от прибора кадр
е")]
        InvalidCrc = -103,
        [Description("Прибор вернул код сетевой ошибки nErr")]
        NErr = -104,

        [Description("Прибор вернул признак исключительной ситуации")]
        Exception = -105,

        [Description("Принят неполный кадр, кадр содержит недопустимые симв
олы либо ошибочные данные ")]
        InvalidPacket = -106,
        [Description("Ошибка измерения")]
        SensorFailure = -300
    }

    /// <summary>
    /// класс устройства (impleментирует интерфейс деструкции при сборк
е мусора)
    /// </summary>
    sealed class Device: IDisposable
    {

        private bool _connectstatus = false; // статус соединения (подключе
н/неподключен)

        private byte _devaddr = 2; // адрес устройства (по умолчанию 2)

        private List<float> _data = new List<float>(); // список значений из
мерения

        private ConnectionError _lasterror; // ошибка обращения к физ. устр
ойству

        public bool Connected // свойство соединение
        { get { return _connectstatus; } }

        public ConnectionError LastError // ошибка обращения к физ. устройс
тву
        { get { return _lasterror; } }

        /// <summary>
        /// конструктор класса
        /// </summary>
        /// <param name="deviceaddress">адрес устройства</param>
        /// <param name="port">порт устройства в виде COMXX</param>
        public Device(byte deviceaddress, string port)
        {

```



```

        int portnumber = Convert.ToInt32(port.ToLower().TrimStart(new char[
] { 'c', 'o', 'm' }))) - 1; // выделяем числовое значение порта устройства

        _lasterror = (ConnectionError)NativeMethods.OpenPort( // открываем
порт
                                portnumber, // номер порта
                                (int)BaudRate.Baud9600, // скорость
                                (int)Parity.None, // четность
                                (int)DataBits.Eight, // биты данных
                                (int)StopBits.One, // стоповый бит

                                (int)ConverterType.Auto); // управление обработки сигнала конвертор
ом

        _connectstatus = (_lasterror == ConnectionError.Ok); // инициализир
уем статус соединения

        _devaddr = deviceaddress; // инициализируем адрес устройства
    }

    /// <summary>
    /// подготовка к проведению эксперимента
    /// </summary>
    public void PrepareMeasure()
    {

        _data.Clear(); // очищаем список значений предыдущего эксперимента
    }

    /// <summary>
    /// получение крутящего момента
    /// </summary>

    /// <param name="out1">выход, с которого снимается значение (out1==
true - выход 1 out1==false - выход 2)</param>
    /// <returns></returns>
    public float GetTorque(bool out1)
    {
        IntPtr name;

        float torq = 0.0f; // инициализируем значение крутящего момента

        if (out1) // если снимаем с первого входа
        {

            name = Marshal.StringToCoTaskMemAnsi("PV1"); // размещаем в неуправ
ляемой памяти строку

            _lasterror = (ConnectionError)NativeMethods.ReadFloat24(
// получаем значение

            _devaddr, 0x1009, name, ref torq, 0);
        }
    }

```

```

        else // снимаем со второго входа
        {

            name = Marshal.StringToCoTaskMemAnsi("PV2"); // размещаем в неуправ
ляемой памяти строку

            _lasterror = (ConnectionError)NativeMethods.ReadFloat24(
// получаем значение

                _devaddr, 0x100B, name, ref torq, 0);
        }

        Marshal.FreeCoTaskMem(name); // удаляем из неуправляемой памяти
строку

        if (_lasterror == ConnectionError.Ok) // если ошибок запроса нет

            _data.Add(torq); // запоминаем измеренное значение

            return torq; // возвращаем измеренное значение
        }

        /// <summary>
        /// деструктор класса (вызывается в т.ч. при сборке мусора)
        /// </summary>
        public void Dispose()
        {
            NativeMethods.ClosePort(); // закрываем порт

            _data.Clear(); // очищаем сохраняемые данные измерений
        }

        /// <summary>
        /// запись запрошенных значений
        /// </summary>
        /// <param name="FileName">полный путь к файлу</param>
        public void SaveTorqToFile(string FileName)
        {

            _lasterror = ConnectionError.Ok; // снимаем ошибки устройства
            // объявляем файловый поток и XML сериализацию
            System.IO.FileStream fs = null;
            XmlSerializer XML = null;

            try
            {

                fs = new System.IO.FileStream(FileName, System.IO.FileMode.Create);
            // создаем файловый поток

                XML = new XmlSerializer(typeof(List<float>));
            // создаем сериализатор

                XML.Serialize(fs, _data); // сериализуем класс списка
            }

```

```

        catch
        {
            _lasterror = ConnectionError.InvalidArgument; // в случае ошибки
устанавливаем значение ошибки устройства
        }
        finally
        {
            if (fs != null)
                fs.Close(); // закрываем файл
        }
    }

    /// <summary>
    /// класс для работы с нативными функциями (функциями из библиотеки
"io.dll"),
    /// импортируются три функции:
    /// 1. открыть порт
    /// 2. закрыть порт
    /// 3. прочитать значение с плавающей точкой из регистра по адресу
    /// </summary>
    partial class NativeMethods
    {
        [DllImportAttribute("owen_io.dll", EntryPoint = "OpenPort", SetLastError = true, CharSet = CharSet.Ansi, CallingConvention = CallingConventio
n.StdCall)]

        public static extern int OpenPort(int n, int speed, int part, int b
its, int stop, int vid);

        [DllImportAttribute("owen_io.dll", EntryPoint = "ClosePort", SetLas
tError = true, CharSet = CharSet.Ansi, CallingConvention = CallingConventi
on.StdCall)]

        public static extern int ClosePort();

        [DllImportAttribute("owen_io.dll", EntryPoint = "ReadFloat24", SetL
astError = true, CharSet = CharSet.Ansi, CallingConvention = CallingConven
tion.StdCall)]

        public static extern int ReadFloat24(int adr_type, int adr, System.
IntPtr command, ref float value, int index);
    }
}

```